ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1986

Seria: GÓRNICTWO z. 140 Nr kol. 965

Krystian PROBIERZ

ZMIENNOŚĆ JAKOŚCI WĘGLA W ZŁOŻACH KOPALŃ "BORYNIA", "MANIFEST LIPCOWY" I "XXX-lecia PRL" (ROW) NA TLE BUDOWY PETROGRAFICZNEJ POKŁADÓW

Streszczenie. Rozpoznano kierunki zmian jakości węgla koksowego w SW-części GZW opierając się na jego budowie petrograficznej, zinterpretowanej na tle geologicznych warunków występowania pokładów. Wykazano, że badany węgiel charakteryzuje się zbliżonym stopniem uwęglenia (R_m^o = 0,96 - 1,14%), przy znacznym zróżnicowaniu głównych parametrów jakości (V^{daf}= 25,5 - 32,2%, RI = 66-80, b = + 77 - +225%) oraz składu petrograficznego (W = 46-65%, E = 5-14%, I = 17-32%). Nie stwierdzono wyraźnych zależności zmian parametrów jakości węgla od zmienności litologicznej w profilu pionowym. Wykazano natomiast pewny związek pomiędzy charakterem litologicznym stropów pokładów a zawartością V^{daf}. Najczęściej zwiększonemu udziałowi piaskowców w stropie towarzyszy węgiel o podwyższonej zawartości V^{daf}. Nie wykazano zgodności przebiegu izowoli z budową geologiczną (z wyjątkiem obszaru "Borynia"). Stwierdzono natomiast, że zasadniczy wpływ na jakość badanych węgli wywiera budowa petrograficzna pokładów. W pokładach obszaru badań wyróżniono strefy węgli różniące się jakością i składem petrograficznym. Węgiel ze stref o wysokich wartościach RI i b charakteryzuje się wysokim udziałem witrytu i klarytu kutykulowego przy niskim udziale trimacerytu. Węgiel o niskiej spiekalności i dylatacji, odznaczający się wysokim udziałem inertynitu, zawiera dużo trimacerytu przy niskim udziale witrytu i klarytu kutykulowego. Udział egzynitu wpływa w istotny sposób na zawartość V^{daf}. W niektórych węglach o wysokiej zawartości części lotnych (V^{daf} = 32,2%, R_m^o = 0,96% stwierdzono fuzynity impregnowane fluoryzującą substancją bitumiczną (rezynitem).

WSTĘP

Badania wchodzące w zakres niniejszej pracy podjęto na obszarze GZW o dużej zmienności budowy geologicznej, gdzie występują równocześnie znaczne zmiany jakości węgla. Dotychczas w obszarze kopalń "Borynia", "Manifest lipcowy" i "XXX-lecia PRL" nie prowadzono szczegółowych badań nad zmiennością jakości węgla w złożach. Nie prowadzono również badań jakości węgla w nawiązaniu do geologicznych warunków występowania pokładów. Brakuje również opracowań łączących bardziej szczegółowo petrografię węgla z jego jakością. Wymienione wyżej powody skłoniły autora do podjęcia niniejszej pracy, w której starano się przedstawić przyczyny zmiennej jakości węgla w obszarze badań w oparciu o rozpoznanie budowy petrograficznej pokładów i w nawiązaniu do ich geologicznych warunków występowania [39].

Temat pracy wiąże się ściśle z praktyką górniczą i przeróbczą, bowiem przemysł węglowy natrafia w tym obszarze na duże problemy związane z wydobyciem urobku i uzyskaniem węgla o względnie stałych parametrach jakościowych. Dane Ministerstwa Górnictwa wskazują na konieczność dotrzymywania przez kopalnie wymaganych wskaźników jakości węgla koksowego, a w szczególności jego parametrów koksowniczych, jak również zawartości popiołu. Stałe trudności związane ze zmiennością tych parametrów w złożach występują szczególnie w kopalniach "Borynia", "Manifest Lipcowy" i "XXX-lecia PRL". Węgle koksowe zarówno pod względem rozmieszczenia zasobów, jak i ich jakości wykazują niewystarczający stopień rozpoznania. Obserwuje się ponadto stałą skłonność przeklasyfikowywania węgli koksowych do grupy pozabilansowej, z czym związane są straty z powodu zaniechania eksploatacji. Występują ponadto straty z powodu nieodpowiedniego wykorzystywania węgla koksowego.

1. BUDOWA GEOLOGICZNA POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ CZĘŚCI NIECKI GŁÓWNEJ GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Obszar badań, obejmujący swym zasięgiem złoża kopalń "Borynia", "Manifest Lipcowy" (Zofiówka) i "XXX-lecia PRL" (Pniówek), występuje w skrajnie południowo-zachodniej części niecki głównej GZW. Jego granicę południową wyznacza strefa uskokowa Gorzyce-Ruptawa-Bzie, zachodnią stanowi strefa osiowa tzw. fałdu Jastrzębia.

W profilu litostratygraficznym występują osady karbońskie oraz warstwy nadkładu (trzeciorzęd i czwartorzęd) o grubości od 200 m w części środkowej i zachodniej do 850 m w części południowo-wschodniej.

Utwory karbonu produktywnego wykazują, podobnie jak w pozostałych częściach GZW, charakterystyczną dwudzielność. Dolna część profilu (namur A) ma cechy paralicznej formacji węglonośnej, natomiast wyższe ogniwa profilu (namur B, C i westfal) to osady kontynentalne.

Profil karbonu reprezentowany jest przez warstwy porębskie (namur A), zabrskie (namur B), rudzkie s. stricto (namur C) i załęskie (westfal A).

Warstwy porębskie, nawiercone dotychczas jedynie otworami wiertniczymi, składają się w przewadze z iłowców i mułowców z cienkimi pokładami węgla o zmiennej grubości.

Warstwy zabrskie (pokłady 510-501) są wybitnie piaskowcowym ogniwem litostratygraficznym o grubości od 220 m na zachodzie do 130 m na wschodzie. Występujące tu pokłady są zmiennej grubości i wykazują tendencję do rozszczepiania w kierunku zachodnim.

Warstwy rudzkie s. stricto, obejmujące pokłady 420-407 osiągają grubość do 600 m. W ich profilu udział piaskowców dochodzi do 49%, iłowców i mułowców do 43%, a węglonośność do 6,7% [42].

Warstwy załęskie reprezentowane są przez kompleksy litostratygraficzne: boryński (pokłady 407-401), świerklański (pokłady 401-350) oraz częściowo

Tabela 1

Skład petrograficzny węgli z obszaru badań i jego bezpośredniego sąsiedztwa

Obszar górniczy	Skład petrograficzny %				Źródło literaturowe
	Witrynit	Egzynit	Inertynit	Substancja mineralna	
Moszczenica	48 - 69	4 - 20	11 - 26	4 - 23	Hanak B. 1975
	52 - 86[x]	4 - 14[x]	10 - 41[x]	-	Kruszewska K. 1974
1 - Maja	68 - 76	4 - 14	9 - 22	1 - 15	Gabzdyl W. Smolińska U. 1969
	51 - 87[x]	4 - 14[x]	6 - 39[x]	-	Kruszewska K. 1974
Jastrzębie	60 - 85	2 - 11	3 - 32	2 - 12	Gabzdyl W. 1966
XXX-lecia PRL (Pniówek)	60 - 86[x]	7 - 23[x]	5 - 21[x]	-	Kruszewska K. 1974
Manifest Lipcowy (Zofiówka)	53 - 85[x]	5 - 17[x]	8 - 35[x]	-	
Borynia	52 - 87[x]	5 - 15[x]	5 - 37[x]	-	

x) - w przeliczeniu na czysty węgiel

żorski (pokłady 350-337). Łączna grubość kompleksów boryńskiego i świerklańskiego wynosi około 400 m [43].
Najwyższa część profilu warstw załęskich - kompleks dębieński (pokłady 337-328) nie jest w pełni reprezentowany.
W budowie litologicznej warstw załęskich przeważają skały mułowcowo-iłowcowe występujące w ilości około 73%. Węglonośność warstw załęskich wynosi śr. 7,4%, przy dużej jej zmienności od 5 - 10%.

Charakterystycznym rysem morfologii powierzchni karbońskiej są liczne rynny erozyjne, z których największa o południkowym przebiegu (rów Zofiówki) osiąga deniwelacje ponad 500 m.

W stropie karbonu stwierdzane są często tzw. utwory pstre, w których obserwuje się gwałtowne zaniki pokładów. Miąższość tych utworów jest zmienna i na ogół wzrastająca w kierunku wychodni pokładów [4, 26, 46].

W budowie tektonicznej obszaru badań wyróżnić można synklinę jastrzębsko-moszczenicką, siodło jastrzębskie o charakterystycznej asymetrycznej budowie (kąty upadu 40-50° w zachodnim skrzydle, 15-25° we wschodnim skrzydle) oraz monoklinę Zofiówki, gdzie upad zmniejsza się do kilku stopni.

Węgle obszaru badań pod względem technologicznym przedstawiają węgiel typów 34 i 35 według PN-82/G-97002. Sporadycznie, szczególnie w pobliżu wychodni i utworów pstrych, występuje węgiel niższych typów (31, 32, 33) i wyższych typów (36, 37, 38).

Skład petrograficzny węgli z obszaru badań i jego bezpośredniego sąsiedztwa przedstawia tabela 1.

2. KSZTAŁTOWANIE SIĘ JAKOŚCI WĘGLA KOKSOWEGO I JEGO OCENA PRZEMYSŁOWA

2.1. Czynniki geologiczne

Autorzy zajmujący się problemami uwęglenia i jego zmienności w obszarze GZW, a w szczególności w obszarze badań lub jego bezpośrednim sąsiedztwie, przypisują różny udział czynnikom, które według nich wywarły decydujący wpływ na jakość węgli. Szczególną rolę w ukształtowaniu własności technologicznych węgla przypisuje się warunkom termodynamicznym. Podkreślono różny przebieg przemian organicznej substancji pokładów węgla w zależności od położenia pokładów względem wykrytych stref anomalii uwęglenia. Wyróżniono dwie fazy uwęglenia: preorogeniczną i postorogeniczną. Głównym czynnikiem fazy preorogenicznej, zachodzącej w czasie sedymentacji utworów produktywnych jest temperatura (w określonych warunkach ciśnienia) wynikająca ze stopnia geotermicznego i głębokości pogrążenia osadów. Uwęglenie w fazie postorogenicznej, które nastąpiło po sfałdowaniu utworów karbonu produktywnego, a przed dyslokacjami trzeciorzędowymi, przypisano zjawiskom plutonicznym [24, 25].

Zmienność uwęglenia substancji organicznej pokładów w południowo-wschodniej części ROW przypisuje się także czynnikom metamorficznym, tektonicznym i litologicznym [21].

Główną rolę w procesie uwęglenia przypisuje się pionowemu pierwotnemu położeniu pokładów w obrębie niecki sedymentacyjnej, zwracając równocześnie uwagę na związek uwęglenia z oddziaływaniem termicznym plutonizmu [7, 36].

Istotny wpływ na jakość węgla, choć w skali lokalnej, mogą wywierać także wtórne czynniki natury geologicznej. Czynniki te w różnym stopniu zmieniają jakość węgli ukształtowaną przez czynniki pierwotne. Do wtórnych zaliczyć można zmiany wietrzeniowe węgla zachodzące w strefach wychodni pokładów oraz czynniki powodujące przeobrażenia w strefach metamorfizmu kontaktowego.

Zmiany jakości węgla w strefach wietrzeniowych (utlenianie w warunkach hipergenicznych) polegają głównie na wzroście zawartości części lotnych, utracie własności koksowniczych, spadku wartości ciepła spalania przy równoczesnym wzroście zawartości wilgoci i popiołu. Analizy składu elementarnego węgli zwietrzałych wykazują spadek zawartości pierwiastków węgla i wodoru przy równoczesnym słabym spadku zawartości siarki całkowitej i bardzo silnym wzroście zawartości tlenu.

Zmiany jakości węgla w strefie metamorfizmu kontaktowego przejawiają się głównie spadkiem zawartości części lotnych, wzrostem zawartości C^{daf} i zanikiem własności koksowniczych. Zmiany te mogą występować nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie intruzji, lecz również w znacznej od niej odległości [8, 32]. W węglach z tych stref można zaobserwować mylonityzację, antracytyzację i skoksowanie [9, 10, 29, 36]. Silniejsze zmiany na kontakcie intruzji z pokładem węgla prowadzą niekiedy do grafityzacji [14]. Wykazano również związek intruzji z występującymi w obszarze badań petrymi seriami karbonu.

Przejawy wietrzenia oraz działalności wulkanicznej (metamorfizm kontaktowy) i ich wpływ na jakość węgla stwierdzono w obrębie obszaru badań i jego bezpośredniego sąsiedztwa (Jastrzębie, Moszczenica, Kaczyce), a także w innych częściach GZW.

Na ogół przyjmuje się, że w węglach średniouwęglonych, za jakie uważa się węgle koksowe, wpływ warunków facjalnych na jakość tych węgli uwidacznia się głównie w zmiennej zawartości składników nieorganicznych. Mniejsze znaczenie przypisuje się roślinnemu materiałowi wyjściowemu oraz warunkom jego akumulacji. Wpływ tych czynników przysłaniają skutki oddziaływania czynników metamorfizmu. Można jednak wskazać węgle koksowe, których jakość determinuje jeszcze w poważnym stopniu udział różnych typów petrograficznych węgla.

2.2. Czynniki petrograficzne

Zachowanie się poszczególnych macerałów w procesie koksowania jest zróżnicowane. Najważniejszym stadium procesu koksowania, wpływającym w sposób istotny na własności koksu metalurgicznego, jest tworzenie się masy plastycznej, następnie powstawanie półkoksu z postępującą kontrakcją i wreszcie przemianą w koks. Tworzenie masy plastycznej uwarunkowane jest wydajnością płynnych produktów termicznego rozkładu, które wspólnie ze stałymi i gazowymi składnikami, a także termicznie odpornymi w tym zakresie temperatur niektórymi macerałami i minerałami przekształcają się w złożony układ [40].

Głównymi nośnikami wysokiej aktywności tego układu są macerały grupy witrynitu (W) i egzynitu (E). Są one głównymi dostarczycielami płynnych produktów podczas termicznego rozkładu. Warunkują one przejście węgla w stan plastyczny. Witrynit z węgla o zawartości > 18% V^{daf} wykazuje wysoką wartość wskaźnika wolnego wydymania oraz wysokie własności dylatometryczne. Witrynit spieka się sam i spieka inne macarały, począwszy od węgli gazowych. Zdolność spiekania witrynitu zmienia się według krzywej z maksimum w obszarze węgli tłustych i koksowych (typy 34-36). W węglach od długopłomiennych do gazowych i od semikoksowych do chudych tylko część witrynitu o podwyższonej zawartości H wykazuje zdolność przechodzenia w stan plastyczny.
Najbardziej intensywny rozkład witrynitu ma miejsce w zakresie temperatur 400-500 + 273 K. Macerały grupy egzynitu odznaczają się niższym od witrynitu stopniem aromatyczności tworząc przy koksowaniu płynne produkty o wyższej spiekalności, jednak w bardzo wąskim przedziale temperatur. Charakteryzują się one wysoką zawartością części lotnych, często przekraczającą 50% oraz zawartością wodoru dochodzącą do H^{daf} = 8%, a także maksymalną wydajnością prasmoły (do 30%). Grupę inertynitową (I), zawierającą w większości macerały obojętne w procesie przeróbki chemicznej, można określić jako węglowodory aromatyczne o wysokim stopniu kondensacji, które w zasadzie nie przechodzą w stan plastyczny i nie dają płynnych produktów rozkładu. Określona zawartość macerałów grupy inertynitu wpływa jednakże dodatnio na wytrzymałość koksu [11, 20, 48].

Własności koksownicze grupy macerałów są w zasadzie dobrze poznane. Znajomość własności koksowniczych poszczególnych macerałów z wydzielonych trzech grup jest jednakże niejednakowa, co uzależnione jest od różnego stopnia trudności otrzymywania ich koncentratów. Podział macerałów na grupy jest podziałem technologicznym obejmującym w ramach grup witrynitowej (W), egzynitowej (E) i inertynitowej (I) macerały o podobnych własnościach. Wyjątek stanowi jedynie mikrynit zaliczany do grupy inertynitowej, którego własności są bardziej zbliżone do macerałów grupy witrynitu. Zachowanie się poszczególnych macerałów podczas koksowania jest uzależnione również od ich współwystępowania z innymi macerałami.

Własności organicznej masy węgla decydują o jakości koksu, jednakże ilość i jakość składników mineralnych (popiołu) może również wywierać pewien wpływ na jego własności.

2.3. Przemysłowe kryteria oceny

Przez węgiel koksowy rozumie się zwykle w przemyśle różne węgle stosowane do produkcji koksu. Prezentują one szeroki zakres typów technologicznych (PN-82/G-97002). Właściwymi węglami koksowymi stosowanymi w koksownictwie wielkopiecowym są węgle typów 34 (gazowo-koksowe), 35 (ortokoksowe) i 36 (metakoksowe).
Charakteryzują się one szerokim zakresem zawartości części lotnych (V^{daf}) od powyżej 28% w typie 34 do 14% w typie 36. Zdolność spiekania (RI) wynosi dla węgla typu 34 powyżej 55, a dla typów 35 i 36 powyżej 45. Ponadto dla węgla typów 34,2; 35 i 36 charakterystyczna jest dodatnia dylatacja (b). Jako węgle mieszankowe (schudzające) stosuje się w koksownictwie typy 32,33 oraz 37. Dla węgli koksowych istotne znaczenie ma także procentowa zawartość składników mineralnych oraz skład chemiczny popiołów [31, 35].

Stosowane obecnie w przemyśle kryteria oceny jakości węgla oparte są na parametrach nie wynikających w pełni z naturalnych cech węgla. Charakteryzują one zmiany własności węgla podczas oddziaływania określonych czynników (np. temperatury, szybkości ogrzewania, ciśnienia, dopływu tlenu, wody) w umownych warunkach. Są poza tym uzależnione od mikrostrukturalnej niejednorodności węgla [47]. Ostatnio czyni się próby zastosowania nowych parametrów, opartych w większym stopniu o jego naturalne własności, określających przydatność technologiczną węgla. Takimi parametrami są wskaźniki petrograficzne określające średnią lub średnią maksymalną zdolność odbicia światła witrynitu (R^o_m lub R^o_{max}), odchylenie standardowe wyników pomiarów (S), kształt reflektogramu oraz udział % grup macerałów, a w szczególności grupy rtynitowej.

Z analizy obowiązujących kryteriów przemysłowej oceny jakości węgli koksowych wynika, iż istotnym problemem staje się bardziej ścisłe określenie zależności, jakie powinny występować pomiędzy czynnikami geologiczno-petrograficznymi, a poszczególnymi parametrami technologicznymi. Możliwość otrzymania dobrego koksu, pomijając warunki procesu technologicznego, zależy od stopnia metamorfizmu węgla i jego składu petrograficznego. Jakość węgla uzależniona jest zatem od wpływu czynników budowy geologicznej jak i petrograficznej pokładów.

3. METODYKA BADAŃ I OPRÓBOWANIE POKŁADÓW

Pierwszy etap badań obejmował określenie średnich oraz skrajnych wartości parametrów jakości. Parametry jakości węgla omówiono w trzech grupach.

Do pierwszej grupy obejmującej wyniki analizy technicznej zaliczono wilgoć higroskopijną (W^a), zawartość popiołu (A^a), zawartość części lotnych (V^{daf}) oraz ciepło spalania (Q_s^{daf}).
Druga grupa obejmuje własności koksownicze, tj. spiekalność (RI), wskaźnik wolnego wydymania (SI), kontrakcję (a), dylatację (b) oraz ciśnienie rozprężania (P_{max}).
Do grupy trzeciej zaliczono wybrane wskaźniki składu elementarnego węgla, tj. zawartość pierwiastka węgla (C^{daf}) i zawartość wodoru (H^{daf}) oraz zawartość w węglu siarki całkowitej (S_t^a) i fosforu (P^a).

Omawiając parametry jakości węgla w poszczególnych obszarach górniczych posługiwano się ich wartościami średnimi dla pokładów, średnimi dla typów węgla w pokładach, a także przedstawiono skrajne wartości dla poszczególnych typów. Do tego celu wykorzystano analizy chemiczno-technologiczne węgla wykonane na próbkach bruzdowych pobranych w trakcie wykonywania robót górniczych. Uwzględniono wszystkie dostępne wyniki analiz wykonane od początku istnienia kopalń do końca 1980 r. Nie przedstawiono wyników analiz jakości węgla typów 31, 32 i 33 oraz 36, 37 i 38 ze względu na ich małą ilość (poniżej 2% ogólnej liczby analiz). Węgiel tych typów występuje najczęściej sporadycznie, szczególnie w pobliżu utworów pstrych. Wyniki analiz węgla tych typów uwzględniono jednakże przy obliczeniu średnich wartości parametrów dla pokładów. Określenie średnich wartości parametrów jakości węgla, jak również rozpiętości danych pomiędzy wartościami skrajnymi w poszczególnych pokładach pozwoliło wyznaczyć pokłady charakteryzujące się największymi zmianami jakości. Wyznaczono równocześnie najbardziej zmienne parametry charakteryzujące jakość węgla obszaru badań.

Zmienność jakości węgla w pokładach, stopień rozpoznania pokładu robotami górniczymi (ilość punktów opróbowania) oraz przynależność stratygraficzna pokładu stanowiły podstawę wyboru reprezentatywnych pod względem zmian jakości pokładów obszaru badań. Typując reprezentatywne pokłady uwzględniono te, które charakteryzują się wysokimi, przeciętnymi i niskimi wartościami części lotnych, spiekalności i dylatacji.

Analizę zmian jakości węgla w dalszym etapie ograniczono do reprezentatywnych dla obszaru badań pokładów. W tym celu skonstruowano mapy najbardziej zmiennych i równocześnie podstawowych dla oceny jakości węgli koksowych parametrów według PN-82/G-97002, tj. części lotnych, spiekalności i dylatacji. Mapy skonstruowano w oparciu o interpolację równomierną, stosując konturowanie metodą równoległą [23].

Mapy V^{daf}, RI i b analizowano na tle zmian litologii stropów i spągów pokładów. Zmiany litologii spągów i stropów przedstawiono w sposób jakościowy i ilościowy. Ilościową analizę zmienności facjalnej oparto na konstrukcji mapy współczynnika piaskowcowo-łupkowego [23]. Izarytmy współczynnika piaskowcowo-łupkowego nałożono na mapy V^{daf}, RI i b.

Zmiany wartości głównych parametrów jakości (V^{daf}, RI i b) przedstawiono również na przekrojach geologicznych. Przekroje geologiczne poprowadzone zarówno po upadzie, jak i wzdłuż rozciągłości skonstruowano w

oparciu o interpretację strukturalno-tektoniczną obszaru W. Bogacza [3]. Przekroje geologiczne wyznaczono w częściach złóż o szczególnie dużej zmienności jakości węgla. Uwzględniono równocześnie te części obszarów, w których roboty górnicze prowadzono we wszystkich wytypowanych do badań pokładach.

Analizy map wybranych pokładów węgla oraz zmian jakości na tle przekrojów geologicznych nie wykazały równomiernych i jednakowych tendencji zarówno po upadzie, jak i wzdłuż rozciągłości. Wykazano jednakże obecność szeregu stref jakości o określonych współzależnościach pomiedzy V^{daf}, RI i b. Wyjaśnienie tych współzależności w wyznaczonych strefach za pomocą czynników geologicznych okazało się utrudnione, w związku z czym oparto się także na badaniach petrograficznych.

Badania petrograficzne węgla objęły profilowanie makroskopowe oraz opróbowanie pokładów, a także analizy mikroskopowe. Przy profilowaniu pokładów zastosowano metodykę i nomenklaturę zalecaną przez ICCP[x)] [41, 18] oraz jej rozwinięcie dla warunków Górnośląskiego Zagłębia Węglowego [11, 12, 13].

Opróbowanie pokładów (próbki bruzdowe i słupkowe) oraz profilowanie przeprowadzono w miejscach, gdzie aktualnie prowadzono roboty górnicze (wyrobiska ścianowe i chodnikowe), starając się równocześnie lokalizować punkty pobierania próbek w strefach o różnej jakości węgla. Próbki do badań petrograficznych pobierano zgodnie z PN-62/G-04501.

Badania mikroskopowe węgla prowadzono w świetle odbitym na mikroskopie MPV-2 firmy Leitz, wyposażonym w urządzenie do pomiaru refleksyjności i fluorescencji. Stosowano preparaty mikroskopowe w postaci zgładów i brykietów. Ilościową analizę macerałów wykonano na zgładach-brykietach, uzyskanych z próbek bruzdowych, reprezentujących średnie próbki pokładowe. Analizy ilościowe składu petrograficznego wykonano zgodnie z zaleceniami ICCP uwzględniając PN-79/G-04529.

Z wyróżnionych podczas profilowania makroskopowego charakterystycznych dla każdego pokładu ławic węglowych pobrano próbki kawałkowe, sporządzając z nich zgłady. Na zgładach tych określono charakterystyczne cechy mikrostrukturalne, jak: charakter rozmieszczenia macerałów, ich wzajemne stosunki, paragenezy macerałów i ich wielkość oraz skład mikrolitotypowy. Przeprowadzono również jakościowe badania fluorescencji macerałów grupy egzynitu oraz oznaczono średnią zdolność refleksyjną witrynitu R_m^o (na brykietach). Oznaczenia średniej zdolności odbicia światła przeprowadzono zgodnie z PN-79/G-04524.

W końcowym etapie badań oznaczono zawartości popiołu w węglach wg PN-80/G-04512 oraz oznaczenia składu chemicznego popiołów, otrzymanych przez spalenie węgla w temperaturze ok. 815 + 273 K, zgodnie z PN-77/G-04528.

---

x) Międzynarodowy Komitet Petrologii Węgla

Przyjęta metodyka badań, zakładająca rozpoznanie kierunków zmian jakości węgla w oparciu o jego budowę petrograficzną zinterpretowaną na tle warunków geologicznych występowania pokładów, różni się od metod dotychczas stosowanych w badaniach jakości węgla z GZW. Przeprowadzane, najczęściej w skali regionalnej, analizy zmian jakości węgla przedstawiają zwykle zmienność typów technologicznych, nie uwzględniając w dostatecznym stopniu parametrów określających dany typ. Opracowania te nie uwzględniają zazwyczaj zmian niezwykle istotnego parametru,jakim jest dylatacja jak również wpływu składu petrograficznego [5, 21, 22, 24, 25, 44].

4. CHARAKTERYSTYKA JAKOŚCI WĘGLA BADANEGO OBSZARU

4.1. Parametry analizy technicznej

Z wyników analizy technicznej węgla wynika, że średnie zawartości wilgoci higroskopijnej w pokładach wahają się w granicach 1,93 - 0,84%. Obserwuje się na ogół wyższą zawartość wilgoci w węglach typu 34 niż w węglach typu 35 (tabela 2).

Średnia zawartość popiołu w pokładach waha się w granicach 6,40-28,00%. W większości pokładów średnia zawartość popiołu mieści się w przedziale 10-20% (z wyjątkiem kop. "XXX-lecia PRL", gdzie średnie zawartości popiołu < 15%). Charakterystyczna jest duża zmienność zawartości popiołu w poszczególnych pokładach (od kilku do ponad 50%). Powoduje to konieczność wzbogacania węgla z każdego pokładu.

Średnia zawartość części lotnych pokładów jest bardzo zmiennym parametrem (22,74 - 34,20%). Obserwuje się znaczne zróżnicowanie zawartości części lotnych w obrębie poszczególnych pokładów jak również w średnich zawartościach pomiędzy pokładami. Analizując wartości V^{daf} w typie 34 występującym w różnych pokładach nie stwierdzono wyraźnej zależności spadku zawartości V^{daf} z głębokością występowania tego typu. Oznacza to, że V^{daf} jest stosunkowo słabo zmiennym parametrem w zakresie stopnia uwęglenia odpowiadającego typowi 34. Węgiel typu 34 występujący w poszczególnych pokładach charakteryzuje się średnimi zawartościami części lotnych w granicach 34,20 - 31,11%. W węglu typu 35 spadek V^{daf} z głębokością występowania pokładów jest wyraźny. Średnie zawartości V^{daf} typów 35.1 i 35.2 zmieniają się w granicach 30,96 - 22,74%.

Zmienność zawartości V^{daf} pokładów obszaru górniczego kop. "XXX-lecia PRL" w porównaniu do zmienności pokładów pozostałych dwóch kopalń jest znacznie mniejsza.

Porównując średnią zawartość części lotnych tego samego pokładu występującego w różnych obszarach górniczych (362/1 łg Borynia, 360/1 Manifest Lipcowy i XXX-lecia PRL) stwierdzono najwyższą wartość V^{daf} w obszarze "Manifest Lipcowy", najniższą zaś w obszarze "Borynia". Porównanie natomiast średniej zawartości V^{daf} na tej samej głębokości w poszczególnych

Tabela 2

Analiza techniczna węgli obszaru badań

Kopalnia (ilość pokładów)	Nr pokładów	Typy węgla	W^a, %		A^a, %		V^{daf}, %		Q_s^{def}, MJ/kg	
			skrajne typu	średnie* typu	skrajne typu	średnie typu	skrajne typu	średnie typu	skrajne typu	średnie typu
BORYNIA 32	354/1 do 412	34	3,08 0,62	1,74 1,31	46,10 3,06	24,75 7,40	34,88 28,01	32,93 31,54	36,48 33,29	36,21 34,46
		35.1	2,80 0,54	1,67 1,03	58,54 1,19	29,64 4,33	31,00 26,01	30,84 26,36	37,06 32,90	36,49 34,98
		35.2	1,81 0,50	1,25 0,98	47,44 2,84	20,30 4,82	25,98 21,40	25,90 23,55	37,03 34,31	36,51 35,92
		śr. pokładów	1,70 - 1,01		28,00 - 9,10		32,67 - 23,92		36,41 - 34,93	
MAXIMILIAN LIPCOWY 33	358/1 do 415	34	2,80 0,59	1,93 1,37	48,20 2,52	22,15 7,95	35,84 28,38	34,20 31,12	36,33 32,71	36,01 35,15
		35.1	2,80 0,50	1,60 0,99	47,32 2,17	24,08 4,04	31,00 26,08	30,65 26,65	37,11 33,70	36,23 35,70
		35.2	2,01 0,48	1,33 0,84	40,44 2,55	26,57 4,28	25,99 22,26	25,58 22,74	37,08 35,52	36,45 35,93
		śr. pokładów	1,93 - 0,84		25,00 - 6,40		34,20 - 22,74		36,23 - 35,33	
XXX-lecie PRL 11	344/1 do 361	34	2,52 0,69	1,85 1,22	33,70 2,76	13,97 7,37	35,14 28,01	33,59 31,11	36,27 33,81	35,68 34,86
		35.1	2,54 0,60	1,61 1,21	27,14 2,28	17,85 8,39	30,98 26,74	30,96 28,72	36,83 33,69	35,75 35,19
		śr. pokładów	1,85 - 1,22		14,60 - 7,90		33,59 - 28,72		35,64 - 34,86	

*) - oznacza średnią z analiz danego typu węgla występującego w obrębie pokładu.

obszarach górniczych wskazuje, że węgiel pokładów kop. "Borynia" i "Manifest Lipcowy" posiada zbliżone wartości V^{daf} i jednocześnie niższe o ponad 3% w porównaniu do obszaru kop. "XXX-lecia PRL". Poszczególne typy węgli (34 i 35.11) z pokładów kop. "XXX-lecia PRL" posiadają natomiast mniejszą średnią zawartość części lotnych aniżeli w identycznych pokładach kopalń "Borynia" i "Manifest Lipcowy".

Średnie wartości ciepła spalania w badanych pokładach wykazują stosunkowo nieznaczne zróżnicowanie w granicach 34,9 - 36,4 MJ/kg. Węgiel typu 34 charakteryzują wartości ciepła spalania w przedziale 34,4 - 36,2 MJ/kg. W węglu podtypu 35.1 zróżnicowanie tego parametru jest nieco mniejsze (35,0 - 36,5 MJ/kg), a najmniejsze w węglu podtypu 35.2 (35,5 - 36,5 MJ/kg). Stwierdza się brak wyraźnej zależności wartości ciepła spalania od typu technologicznego węgla (34 - 35). Analiza zmienności tego parametru wskazuje, że nie może być on brany pod uwagę jako ewentualny wskaźnik stopnia uwęglenia.

4.2. Własności koksownicze

Zbadane własności koksownicze węgla wskazują, że średnia wartość spiekalności pokładów zmienia się w dość szerokim zakresie (RI = 64 - 76). Zróżnicowanie średniej wartości spiekalności pokładów jest bardzo podobne we wszystkich obszarach górniczych, a poszczególne typy wykazują zbliżone zróżnicowanie wartości RI (tabela 3). Decydujący wpływ na średnią wartość spiekalności pokładów wywiera spiekalność węgla podtypu 35.1. Spiekalność węgla typów 34 i 35 nie różni się w istotny sposób. Zdecydowana większość oznaczeń RI przekracza minimalne wg PN-82/G-97002 wartości dla tych typów. Rozróżnienie węgla typów 34 i 35 na podstawie spiekalności jest niemożliwe. Porównując średnie wartości RI tych samych pokładów z poszczególnych kopalń, stwierdzono najwyższą spiekalność w kop. "XXX-lecia PRL". Średnie wartości spiekalności na tych samych głębokościach w poszczególnych kopalniach są zbliżone.

Wskaźnik wolnego wydymania SI nie wykazuje większych zmian (SI=7,5-9). Poszczególne typy węgla wykazują również podobne zróżnicowane wartości SI, jednakże w większości przypadków w obrębie tego samego pokładu węgiel typu 34 wykazuje wyższą wartość wskaźnika SI aniżeli podtypu 35.1. Węgiel podtypu 35.1. wykazuje natomiast wyższą wartość wolnego wydymania aniżeli podtypu 35.2 z tego samego pokładu.

Wartości średnie kontrakcji zawarte są w przedziale a = 28,5 - 36,3%. W podobnym zakresie zmieniają się również średnie wartości kontrakcji w poszczególnych typach węgla. Kontrakcja węgla z obszaru "XXX-lecia PRL" wykazuje największą zmienność w porównaniu do pozostałych obszarów.

Dylatacja jest wśród własności koksowniczych parametrem wykazującym największe zróżnicowanie. Średnie wartości dylatacji zawarte są w przedziale b = +15 ÷ +232%. W większości pokładów średnie wartości dylatacji zawarte są w przedziale od +100 do 140%, a jedynie nieliczne pokłady

Tabela 3

Własności koksownicze węgli obszaru badań

Kopalnia	Typy węgla	RI		SI		a, %		b, %		$P_{max} \cdot 10^5$ $\frac{N}{m^2}$	
		skrajne typu	średnie typu	skrajne typu	średnie typu	skrajne typu	średnie typu	skrajne typu	średnie typu	skrajne typu	średnie typu
BORYNIA	34	87	77	9	8,8	42	34,9	+ 287	+ 175	1,42	0,84
		56	67	6	8,2	28	30,3	- 7	+ 91	0,10	0,22
	35.1	87	76	9	8,7	42	35,8	+ 275	+ 176	2,48	1,07
		50	66	6,5	7,8	23	29,4	+ 30	+ 69	0,04	0,23
	35.2	82	75	9	8,8	39	34,0	+ 227	+ 119	1,61	0,90
		48	59	5,5	7,4	21	30,5	+ 13	+ 48	0,07	0,32
	śr. pokładów	76 - 64		8,8 - 7,8		35,3 - 29,6		+ 177 ÷ + 78		1,07 - 0,23	
MANIFEST LIPCOWY	34	86	82	9	9	38	33,3	+ 283	+ 232	1,37	1,17
		53	65	6,5	7,9	22	28,5	- 8	+ 65	0,11	0,34
	35.1	87	74	9	9	45	34,5	+ 262	+ 179	2,43	1,21
		53	65	6	7,6	16	30,1	+ 10	+ 67	0,09	0,45
	35.2	83	75	9	8,7	40	35,4	+ 205	+ 135	1,33	0,96
		34	52	7	7,5	22	31,0	+ 1	+ 45	0,09	0,37
	śr. pokładów	76 - 64		9 - 7,5		35,4 - 28,5		+ 232 ÷ + 57		1,13 - 0,37	
XXX-lecie PRL	34	84	75	9	8,9	42	36,3	+ 530	+ 225	1,41	0,93
		46	64	5	7,6	14	27,9	- 22	+ 15	0,10	0,21
	35.1	85	78	9	8,8	40	33,6	+ 247	+ 170	1,41	0,91
		58	69	5	7,8	14	29,4	+ 30	+ 61	0,09	0,30
	śr. pokładów	76 - 64		8,9 - 7,6		36,3 - 29,1		+ 218 ÷ + 15		0,93 - 0,21	

Uwagi 1 - w węglach typu 34 sporadyczne analizy wykazują ujemną dylatację, w związku z czym zdecydowaną większość tych węgli można zaliczyć do podtypu 34.2 wg PN-82/G-97002.

2 - węgle podtypu 35.2 PN dzieli na 35.2A i 35.2B. Podstawą tego podziału jest alternatywnie wartość SI lub zawartość inertynitu. Podział ten wydaje się być niezbyt precyzyjny, ponieważ stwierdzono w niektórych analizach podtypu 35.2A wartość SI > 7,5 i równocześnie zawartość inertynitu > 30%.

W związku z powyższym nie dokonano rozdziału węgli podtypu 35.2A.

wykazują średnią dylatację poniżej +100%. Ujemne wartości dylatacji obserwowane są jedynie w górnym odcinku profilu (do pokładu 362/3 "Borynia", 404/1 "Manifest Lipcowy" oraz 359/1 "XXX-lecia PRL").

Dylatacja węgla z kop. "XXX-lecia PRL" wykazuje największą zmienność w stosunku do węgla z pozostałych obszarów. Kilka pokładów kop. "XXX-lecia PRL" wykazuje charakterystyczne wysokie (m.in. 357/1) oraz niskie (m.in. 359/1) wartości dylatacji. Zakres zmienności dylatacji węgla typu 34 jest większy w porównaniu do węgla typu 35 występujących w tym samym pokładzie. Wyższe są również średnie wartości dylatacji węgla typu 34 aniżeli typu 35 z tego samego pokładu.

Porównując wartości dylatacji identycznych pokładów w poszczególnych kopalniach, stwierdzono przeważnie najwyższe wartości b w pokładach kop. "Manifest Lipcowy".

Parametr dylatacji pomimo dużej zmienności w węglu obszaru badań nie pozwala na rozróżnienie węgla typów 34.2 i 35. Wartości dylatacji w typie 34.2 spełniają bowiem również wymogi stawiane typowi 35.

Średnie wartości ciśnienia rozprężania pokładów zawarte są w przedziale $P_{max} = 0,21 - 1,13.10^5$ N/m^2. Podobne zróżnicowanie wykazują również poszczególne typy węgla. Najwyższe wartości P_{max} obserwuje się w typie 34. Wartości ciśnienia rozprężania węgla z kop. "Manifest Lipcowy" i "Borynia" są do siebie zbliżone i najczęściej wyższe aniżeli w węglach kop. "XXX-lecia PRL".

4.3. Skład elementarny

Z oznaczeń niektórych parametrów składu elementarnego węgla, tj. C^{daf} i H^{daf} oraz oznaczeń zawartości siarki całkowitej S_t^a i fosforu P^a wynika, że średnia zawartość pierwiastka węgla w poszczególnych pokładach zawarta jest w przedziale 83,10 - 89,53% (tabela 4).
Niewielka ilość oznaczeń C^{daf} nie pozwala na dokładniejsze porównanie jego zawartości w poszczególnych typach, można jednakże zauważyć, że węgiel typów 34 i 35.1 różni się jedynie w niewielkim stopniu zawartością pierwiastka węgla. Zawartość C^{daf} węgla z kop. "Borynia" i "Manifest Lipcowy" jest zbliżona i równocześnie wyraźnie wyższa aniżeli w węglu z kop. "XXX-lecia PRL".

Średnia zawartość wodoru w poszczególnych pokładach waha się w granicach $H^{daf} = 4,71 - 5,85\%$. W pokładach kop. "Borynia i "Manifest Lipcowy" zawartość H^{daf}, zmieniająca się w podobnym zakresie jest nieco wyższa aniżeli w węglu z kop. "XXX-lecia PRL". Nie zaobserwowano istotnych różnic zawartości H^{daf} w typie 34 i 35.

Średnia zawartość siarki całkowitej w poszczególnych pokładach waha się w granicach $S_t^a = 0,49 - 1,26\%$. W większości pokładów mieści się w przedziale $S_t^a = 0,6 - 0,9\%$. Skrajne zawartości siarki zawarte są w przedziale $S_t^a = 0,16 - 2,54\%$. Nie zaobserwowano różnic w zawartości siarki w typach węgla. Stosunkowo niska zawartość siarki całkowitej jest korzystną cechą w procesach zużytkowania węgla koksowego.

Tabela 4

Skład elementarny węgli obszaru badań

Kopalnia	Typy węgla	C^{daf}, %	H^{daf}, %	S^{a}_{t}, %		P^{a}, %	
		skrajne typu x	skrajne typu	skrajne typu	średnie typu	skrajne typu	średnie typu
BORYNIA	34	88,39	5,78	2,54	1,24	0,302	0,191
		86,01	5,30	0,16	0,35	0,004	0,013
	35.1	89,32	5,87	2,30	1,24	0,507	0,219
		85,64	5,26	0,27	0,43	0,004	0,020
	35.2	89,53xx	5,72	1,41	1,10	0,888	0,172
				0,36	0,59	0,012	0,056
	śr. pokładów	89,53 - 86,49	5,72 - 5,26	1,22 - 0,49		0,221 - 0,013	
MANIFEST LIPCOWY	34	88,32	5,92	1,42	1,01	0,249	0,121
		85,73	5,33	0,20	0,69	0,008	0,041
	35.1	89,53	5,97	2,08	1,26	0,495	0,252
		86,72	4,71	0,32	0,49	0,009	0,033
	35.2	88,39	5,17	1,28	0,86	0,300	0,196
				0,35	0,43	0,004	0,007
	śr. pokładów	89,23 - 86,41	5,85 - 5,27	1,26 - 0,54		0,248 - 0,011	
XXX-lecie PRL	34	86,48	5,41	1,91	0,98	0,263	0,108
		83,10	4,93	0,18	0,50	0,007	0,029
	35.1	86,07	5,83	1,84	1,08	0,287	0,130
		81,86	4,71	0,34	0,58	0,011	0,030
	śr. pokładów	86,48 - 83,10	5,41 - 4,71	0,99 - 0,55		0,098 - 0,030	

x - ze względu na małą ilość analiz C^{daf} i H^{daf} przedstawiono jedynie ich wartości skrajne w obrębie typów.

xx - pojedyncza analiza

Średnia zawartość fosforu w pokładach zmienia się w szerokich granicach, lecz jest nieznaczna (P^{a} = 0,011 - 0,248%). Najniższą zawartość fosforu stwierdzono w węglu z kop. "XXX-lecia PRL". Nie stwierdzono różnic w zawartości fosforu w typach węgla.

Analiza omówionych parametrów jakości węgla koksowego obszaru badań wykazała, że największą zmiennością odznacza się zawartość części lotnych, spiekalność i dylatacja.

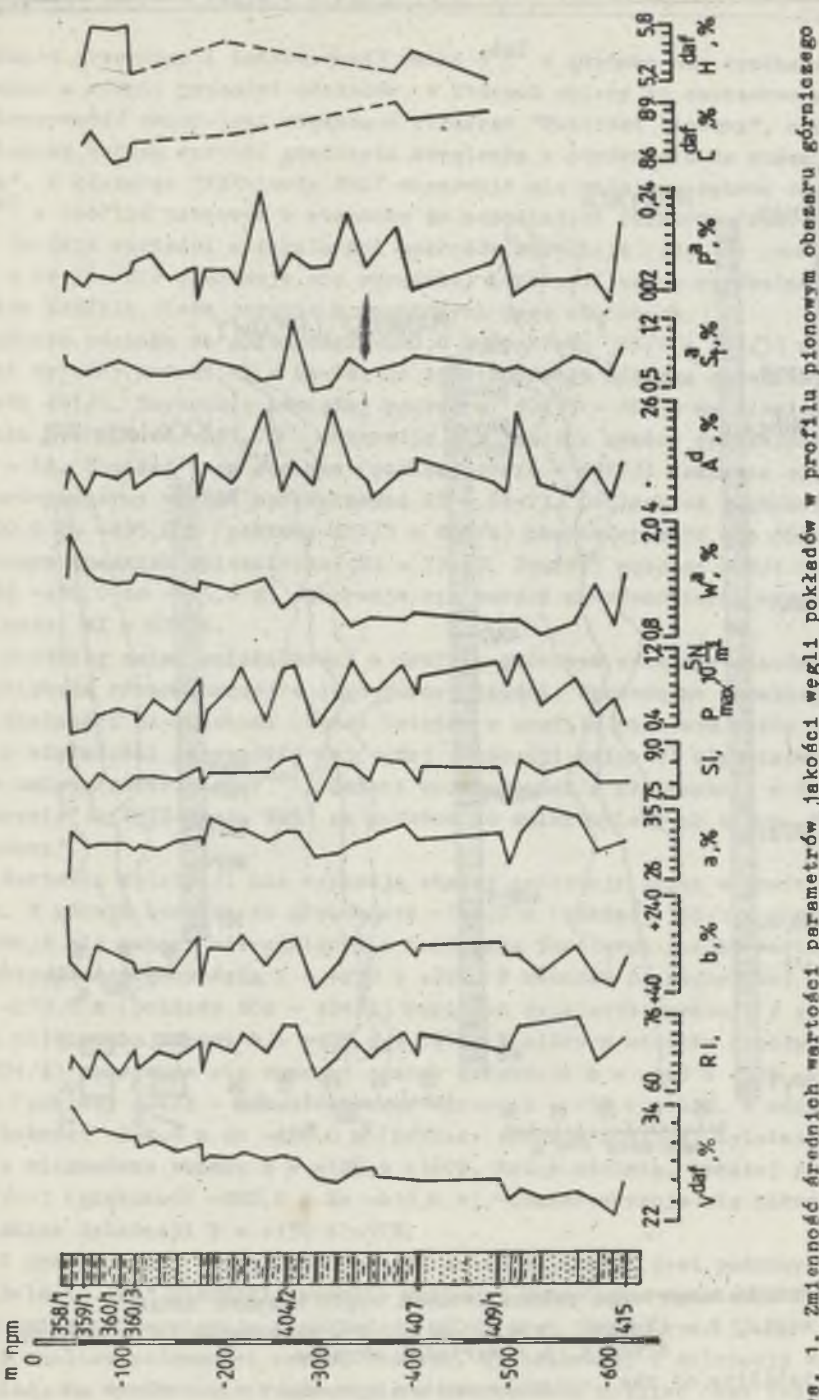
5. ZMIANY JAKOŚCI WĘGLA W ZŁOŻACH OBSZARU BADAŃ

5.1. Zmiany jakości węgla w profilu pionowym

Przeprowadzona poprzednio charakterystyka jakości węgla w pokładach została rozszerzona poprzez uwzględnienie parametru głębokości, co pozwoliło prześledzić zmiany jakości węgla w profilu pionowym. Analizę jakości węgla w profilu pionowym oparto na wykresach ilustrujących zmiany przeciętnych wartości parametrów jakości poszczególnych pokładów węgla na tle profilów geologicznych.
Grubość analizowanych odcinków wynosiła ponad 700 m w obszarze "Borynia" (+75 do -645m), około 570 m w obszarze "Manifest Lipcowy" (-40 do -610m) oraz 360 m w obszarze "XXX-lecia PRL" (-140 do -500m).

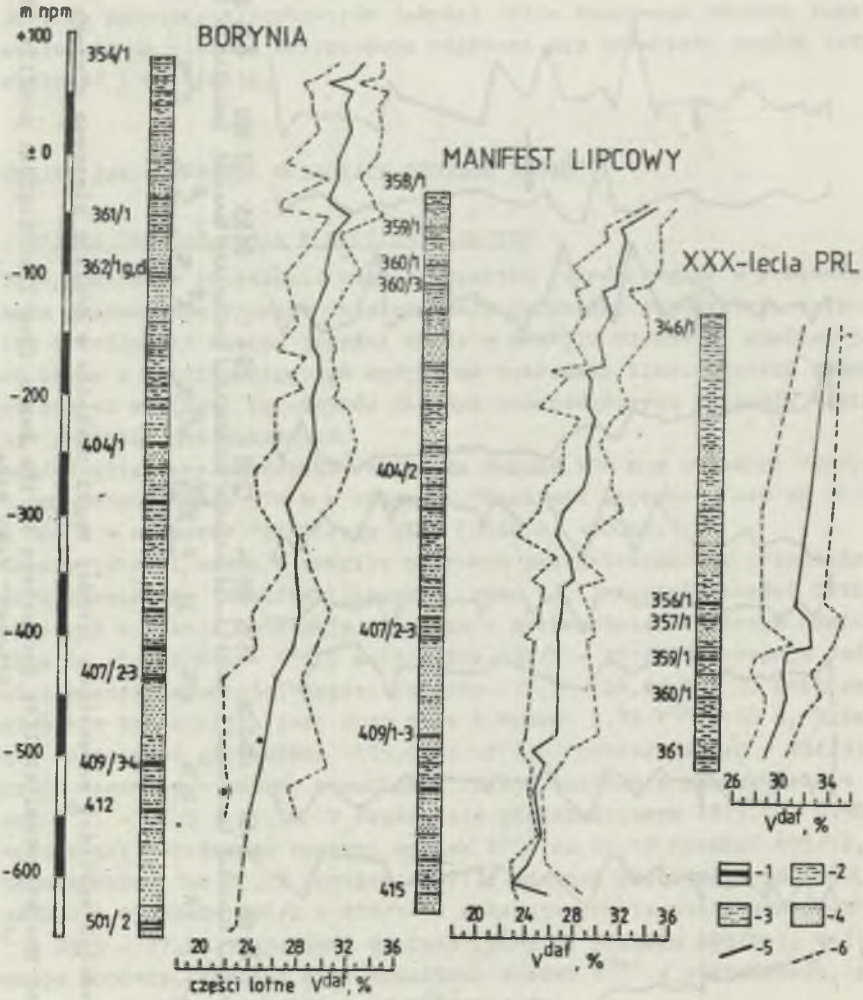
Zmiany jakości węgla w profilu pionowym przedstawiono na przykładzie obszaru górniczego "Manifest Lipcowy" (rys. 1). Zawartość części lotnych w pokładach wykazuje tendencję malejącą z głębokością. W górnym odcinku profilu do głębokości - 175,0 m (pokłady 358/1 - 401/2) występuje dość wyraźny spadek zawartości części lotnych (34,2 - 28,4% V^{daf}). Gradient uwęglenia w tym odcinku jest dość duży i wynosi 2,7% V^{daf}/100 m. Niżej leżący odcinek od głębokości -175,0 do -275,0 (pokłady 401/2 - 404/3) wykazuje nieznaczne zmiany zawartości części lotnych z głębokością w granicach V^{daf} = 28,5 - 29,5%. W przedziale głębokościowym -275,0 ÷ -350,0 m obserwuje się początkowo znaczny spadek V^{daf} do 26,0% (pokład 405/1), a następnie wzrost do 27,7% (pokład 406/1). Odcinek głębokości od -360,0 do -480,0 m (pokłady 406/2 - 409/1-3) wykazuje prawie stałe wartości V^{daf} = 26,5 - 27,0%. Najniższy odcinek (poniżej pokładu 409/1-3, 413) wykazuje ponowny, chociaż nierównomierny spadek V^{daf} z głębokością, a jego gradient osiąga wartość 3,2% V^{daf}/100 m.

Obserwowany spadek zawartości części lotnych w profilu tego obszaru wykazuje stosunkowo największą nieregularność w górnej części. Gradient uwęglenia w profilu pionowym obszaru górniczego "Manifest Lipcowy" wynosi 1,8% V^{daf}/100 m, w obszarze "Borynia" 1,4% V^{daf}/100 m, zaś w obszarze "XXX-lecia PRL" 1,35% V^{daf}/100 m.
Węgiel obszarów górniczych "Borynia" i "Manifest Lipcowy" wykazuje w profilu pionowym duże podobieństwo zmian zarówno w zakresie występujących wartości V^{daf}, jak i ich przebiegu.



Rys. 1. Zmienność średnich wartości parametrów jakości węgli pokładów w profilu pionowym obszaru górniczego KWK "Manifest Lipcowy"

Fig. 1. Variability of the mean coal quality parameters in the seams from lithological profile "Manifest Lipcowy" coal mine



Rys. 2. Zmienność zawartości części lotnych węgli obszaru badań

1 - pokład węgla, 2 - iłowiec, 3 - mułowiec, 4 - piaskowiec, 5 - wartość średnia, 6 - wartości skrajne

Fig. 2. Variability of the volatile matter contents in the study area

1 - coal seam, 2 - claystone, 3 - siltstone, 4 - sandstone, 5 - mean, 6 - max. and min. value

Różnice przebiegu i intensywność zmian V^{daf} z głębokością wynikają w zasadzie z różnic grubości odcinków, w których zmiany te zaobserwowano. Intensywność zmian jest większa w obszarze "Manifest Lipcowy", o czym świadczy wyższa wartość gradientu uwęglenia w porównaniu do obszaru "Borynia". W obszarze "XXX-lecia PRL" obserwuje się mniejszy zakres zmienności V^{daf} w profilu pionowym w stosunku do pozostałych obszarów (rys. 2).

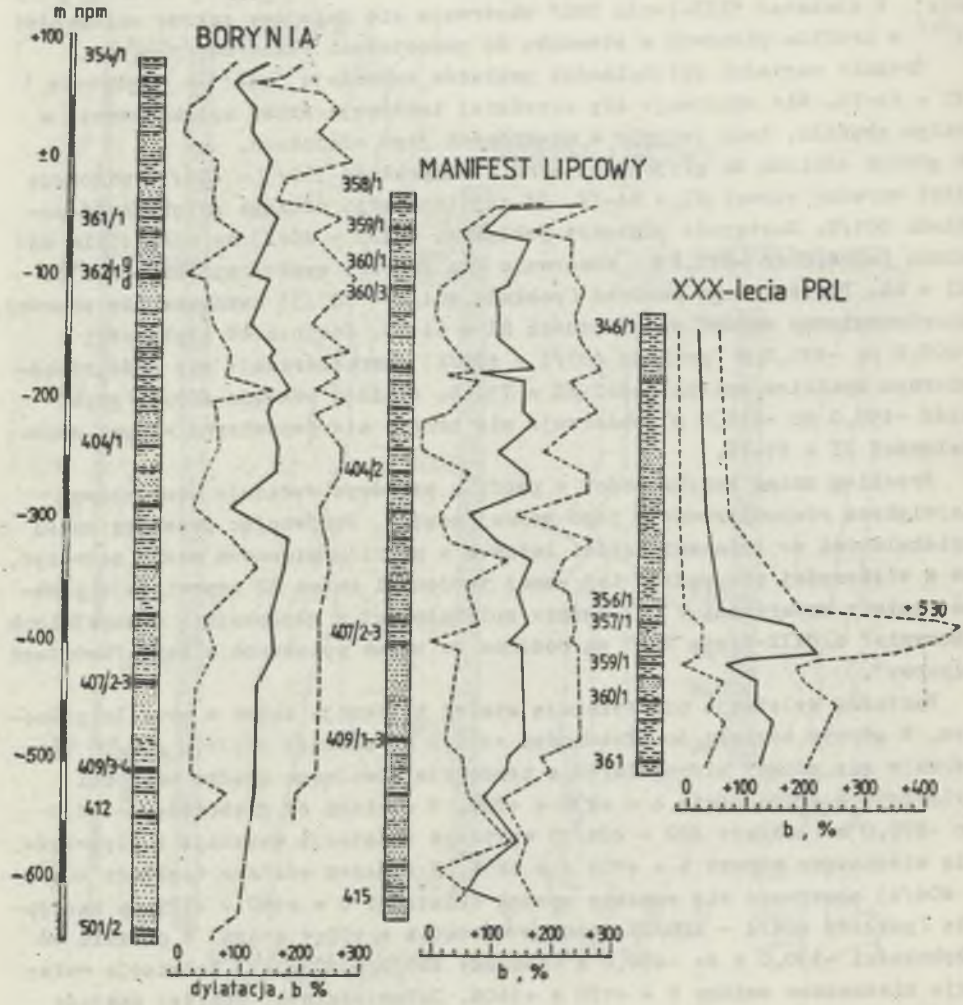
Średnie wartości spiekalności pokładów zmieniają się w zakresie RI = 64-76. Nie obserwuje się wyraźniej tendencji zmian spiekalności w całym profilu, lecz jedynie w niektórych jego odcinkach.
W górnym odcinku do głębokości -280,0 m (pokłady 358/1 - 404/3) widoczny jest wyraźny wzrost RI = 64-74. Od tej tendencji odbiega spiekalność pokładu 401/2. Następnie pomiędzy pokładami 404/3 - 404/3 na niewielkim odcinku (-280,0 do -295,0 m) obserwuje się znaczny spadek spiekalności do RI = 64. Poniżej tego odcinka (pokłady 404/4 - 407/3) zaznacza się ponowny, nierównomierny wzrost spiekalności RI = 64-73. Odcinek od głębokości -400,0 do -495,0 m (pokłady 407/3 - 409/4) charakteryzuje się dość równomiernym spadkiem spiekalności RI = 73-69. Poniżej pokładu 409/4 (głębokość -495,0 do -615,0 m) obserwuje się bardzo nierównomierny wzrost spiekalności RI = 67-76.

Przebieg zmian spiekalności w profilu pionowym wykazuje stosunkowo największą równomierność w jego górnej części. Porównując przebieg zmian spiekalności ze zmianami części lotnych w profilu pionowym można zauważyć, że w większości przypadków tej samej tendencji zmian RI odpowiadają podobne zmiany zawartości V^{daf}. Zmiany spiekalności z głębokością w kopalniach "Borynia" i "XXX-lecia PRL" są podobne do zmian opisanych z kop. "Manifest Lipcowy".

Wartości dylatacji nie wykazują stałej tendencji zmian w profilu pionowym. W górnym odcinku do głębokości -180,0 m (pokłady 358/1 - 401/2) obserwuje się zmiany nieregularne z tendencją powolnego spadku wartości dylatacji z głębokością b = +230 ÷ +70%. W odcinku od głębokości -180.0 do -270,0 m (pokłady 402 - 404/3) wartości dylatacji wykazują z głębokością nieznaczny wzrost b = +105 ÷ + 165%. W niższym odcinku (pokłady 404/3- - 404/4) obserwuje się znaczny spadek dylatacji b = +160 ÷ +57%, a następnie (pokłady 404/4 - 405/2) znaczny wzrost b = +57 ÷ +162%. W odcinku od głębokości -330,0 m do -480,0 m (pokłady 405/2 - 409/1-3) dylatacja wykazuje nieznaczne zmiany b = +120 ÷ +160%. Dolny odcinek, poniżej pokładu 409/1-3 (głębokość -480,0 m do -610,0 m), charakteryzuje się nieregularnym spadkiem dylatacji b = +150 ÷ +57%.

W profilu kop. "Borynia" przebieg zmian dylatacji jest podobny. W kop. "XXX-lecia PRL" niezwykle wysokie wartości przeciętne dylatacji i duża jej zmienność występuje w pokładach 357/1 oraz 358/1 (rys. 3).

Z analizy zmienności części lotnych, spiekalności i dylatacji węgla wynika, że wyróżnienie typów węgla z głębokością możliwe jest jedynie w oparciu o parametr części lotnych. Zmianom zawartości części lotnych węgla w granicach V^{daf} = 34 - 22% nie odpowiadają bowiem równoważne zmiany RI i b.



Rys. 3. Zmienność dylatacji węgli obszaru badań

Fig. 3. Variability of the dilatation in the study area

Zmiany kontrakcji w profilach pionowych są bardzo nieregularne. W niektórych tylko odcinkach są podobne do zmian spiekalności.

Wartości wskaźnika wolnego wydymania zmieniają się z głębokością w nieznacznym zakresie. Przebieg zmian wskaźnika wolnego wydymania, podobnie jak kontrakcji, zbliżony jest tylko w pewnych odcinkach do zmian spiekalności.

Przebieg zmian wartości ciśnienia rozprężania jest bardzo podobny do zmian dylatacji w profilu pionowym. Obserwuje się początkowo dość wyraźny chociaż nierównomierny wzrost P_{max} z głębokością (pokłady 358/1 - 405/2), następnie względnie stałe wartości (pokłady 406/1 - 409/5) i w dolnym odcinku (pokłady 409/5 - 415) niekonsekwentną tendencję malejącą.

Zawartość wilgoci higroskopijnej wyraźnie maleje z głębokością. Przebieg tych zmian jest podobny do zmian V^{daf} w profilu pionowym.

Zmiany zawartości popiołu, siarki całkowitej oraz fosforu w profilu pionowym nie wykazują współzależności ani związku z przebiegiem zmian własności koksowniczych.

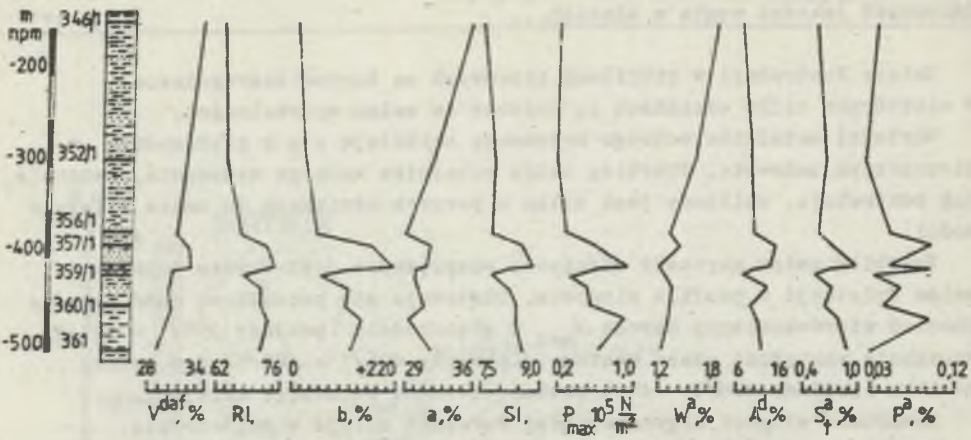
Zmiany zawartości pierwiastków węgla i wodoru w profilu pionowym, wykazane na niewielkiej ilości danych, ujawniają dość wyraźną współzależność. Wzrostowi zawartości C^{daf} odpowiada wzrost H^{daf} na odcinku do pokładu 403/1, poniżej zaś tego pokładu zawartość C^{daf} wykazuje nieznaczną tendencję wzrostu z głębokością przy równoczesnym spadku wartości H^{daf}.

Parametry jakości węgla w profilu pionowym obszaru górniczego kop. "Manifest Lipcowy" wykazują stałe wartości pomiędzy pokładami 407-409, obejmującymi wybitnie piaskowcowy odcinek profilu o grubości ~80 m. Podobnie stałe wartości parametrów stwierdzono również w serii piaskowców karbońskich Zagłębia Saary [41, 45], co tłumaczy się większym w stosunku do skał ilastych przewodnictwem cieplnym piaskowców [6].

Podobny zakres i tendencje zmian wartości parametrów z głębokością oraz stałość ich wartości w piaskowcowym odcinku profilu (pomiędzy pokładami 407-409) obserwuje się także w profilu kop. "Borynia".

W obszarze górniczym kop. "XXX-lecia PRL" obejmującym najmłodszy stratygraficznie odcinek profilu obszaru badań zmiany parametrów jakości węgla wykazują także podobny przebieg. Od tej reguły odbiega jedynie odcinek pomiędzy pokładami 356/1 - 359/1. W tym odcinku występują bardzo podobne tendencje przebiegu zmian prawie wszystkich parametrów. Stanowi to wyraźną odrębność od generalnych zmian zachodzących w pozostałych pokładach badanego profilu (rys. 4). Próbę wyjaśnienia przyczyn tych zmian przedstawiono w części petrograficznej pracy.

Zmiany parametrów jakości w profilach pionowych obszarów górniczych nie wykazują wyraźnych zależności od zmienności litologicznej z wyjątkiem piaskowcowego odcinka pomiędzy pokładami 407-409. Nie stwierdzono również wyraźnych odrębności przebiegu zmian tych parametrów w poszczególnych kompleksach stratygraficznych.



Rys. 4. Zmienność średnich wartości parametrów jakości węgli pokładów w profilu pionowym obszaru górniczego KWK "XXX-lecia PRL"

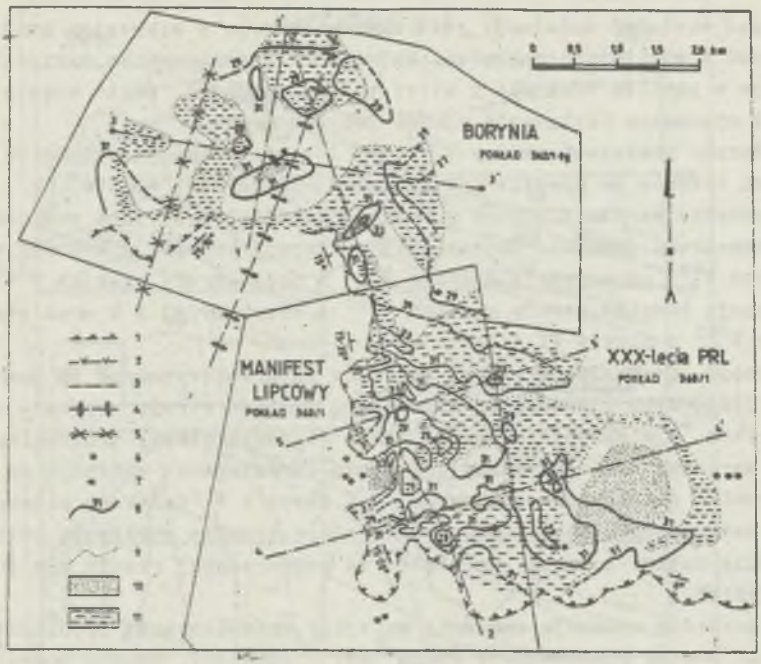
Fig. 4. Variability of the mean coal quality parameters in the seams from lithological profile "XXX-lecia PRL" coal mine

Na podstawie analizy zmian średnich wartości parametrów jakości w profilach pionowych wytypowano do dalszej charakterystyki pokłady: 357/1, 359/1, 360/1 ("XXX-lecia PRL"), 359/1, 360/1, 360/3, 404/2, 409/1-3 ("Manifest Lipcowy") oraz 361/1, 362/1 łg, 362/1 łd, 404/1 oraz 409/3-4 ("Borynia"). Wybrane pokłady należą do warstw załęskich (kompleks boryński i świerklański) oraz rudzkich i charakteryzują się niskimi, przeciętnymi i wysokimi wartościami V^{daf}, RI i b.

5.2. Charakterystyka zmian podstawowych parametrów jakościowych (V^{daf}, RI, b) w pokładach węgla na tle litologii ich stropów i spągów

Zmiany podstawowych parametrów jakościowych w pokładach węgla na tle litologii ich stropów i spągów omówiono na przykładzie pokładu 360/1 ("Manifest Lipcowy" i "XXX-lecia PRL") oraz 362/1 łg ("Borynia"). Dla tych pokładów dysponowano największą ilością analiz technologicznych a także profilów litologicznych stropu i spągu.

Rozkład części lotnych (izowoli) jest bardzo urozmaicony i nie wykazuje wyraźnego związku z ułożeniem warstw (rys. 5). Szczególnie duże zróżnicowanie V^{daf} obserwuje się w pobliżu wychodni i stref zaniku pokładów (zachodnia część obszaru "Manifest Lipcowy"), gdzie występują na przemian strefy niskich i wysokich wartości V^{daf}. W większości przypadków bezpośrednio w pobliżu wychodni lub stref zaniku pokładów występują wysokie wartości $V^{daf} \geqslant 31\%$. W kierunku na E (obszar "XXX-lecia PRL") zróżnicowanie wartości V^{daf} jest nieco mniejsze, jednakże i w tym obszarze nie widać wyraźnego związku z ułożeniem warstw. Pewny związek z ułożeniem warstw zauważyć można jedynie w obszarze "Borynia". Najwyższe wartości V^{daf}



Rys. 5. Mapa zawartości części lotnych węgli z pokładu 360/1 + 362/1 łg
1 - wychodnie pokładów, 2 - strefy zaniku pokładów, 3 - linie przekrojów, 4 - oś antykliny, 5 - oś synkliny, 6 - szyby, 7 - miejsca pobrania prób petrograficznych, 8 - izolinie części lotnych (izowole), 9 - izarytmy współczynnika piaskowcowo-łupkowego, 10 - obszar o wartości współczynnika piaskowcowo-łupkowego > 1 (przewaga piaskowców w stropie), 11 - współczynnik piaskowcowo-łupkowy < $\frac{1}{4}$ (przewaga iłowców)

Fig. 5. A map of volatile matter contents in the coal seams 360/1+362/1 łg
1 - outcrops of the top of coal seams, 2 - zone of dissapearance of coal seams, 3 - sections, 4 - anticlinal axis, 5 - synclinal axis, 6 - shafts 7 - petrographic samples, 8 - isovols, 9 - sandy clay coefficient lines 10 - area with sandy clay coefficient >1 (prevail of sandstones), 11 - sandy clay coefficient < $\frac{1}{4}$ (prevail of claystones)

występują w osiowej części fałdu Jastrzębia, które maleją w kierunku skrzydeł fałdu i kierunku zanurzania się jego osi.

Izolinie spiekalności (izorogi) wykazują podobnie jak V^{daf} duże zróżnicowanie. Największe zmiany spiekalności obserwuje się w pobliżu wychodni i stref zaniku pokładów. W bezpośrednim sąsiedztwie tych stref spiekalność często zanika. Duże strefy podwyższonych wartości RI ≥ 76 występują w środkowej części obszaru kop. "XXX-lecia PRL". W obszarze "Borynia" nie występuje wyraźna zależność wartości RI od ułożenia warstw, chociaż w synklinie moszczenicko-jastrzębskiej występują niższe wartości RI aniżeli w osiowej części fałdu Jastrzębia.

Rozkład wartości dylatacji jest nierównomierny z szeregiem stref podwyższonych i obniżonych wartości. Największe zróżnicowanie wartości b występuje w pobliżu wychodni i stref zaniku pokładów, gdzie często osiąga wartości minimalne (dylatacja ujemna lub jej brak).

W badanych pokładach zmiany V^{daf}, RI i b nie wykazują wyraźnych i jednakowych trendów po upadzie jak i wzgłuż rociągłości warstw.
Można jednakże wyróżnić strefy o rożnych współzależnościach pomiędzy głównymi parametrami jakości. Najczęściej występują strefy, w których wysokim wartościom V^{daf} odpowiadają wysokie RI i b oraz strefy niskich V^{daf}, RI i b. Występują również strefy niskich V^{daf} z wysokimi RI i b oraz strefy wysokich V^{daf} z niskim RI i b.

Zmienność litologiczną stropu pokładów scharakteryzowano za pomocą mapy współczynnika piaskowcowo-łupkowego. Grubość stropu waha się w granicach 15-45 m. W większości obszaru strop stanowią utwory drobnoklastyczne (niskie wartości współczynnika). Jedynie sporadycznie wykazuje on wartość współczynnika piaskowcowo-łupkowego $\geq \frac{1}{2}$ a nawet > 1 (przewaga piaskowców).

Przy podwyższonej zawartości piaskowców w stropie występuje związek z zawartością części lotnych. Zależność ta najwyraźniej rysuje się w obszarze "Borynia".

Spąg pokładów wykazuje znacznie mniejsze zróżnicowanie litologiczne niż strop. Udział piaskowców w spągu jest nieznaczny. Często podwyższonemu udziałowi piaskowców w stropie towarzyszy wyższa ich zawartość w spągu.

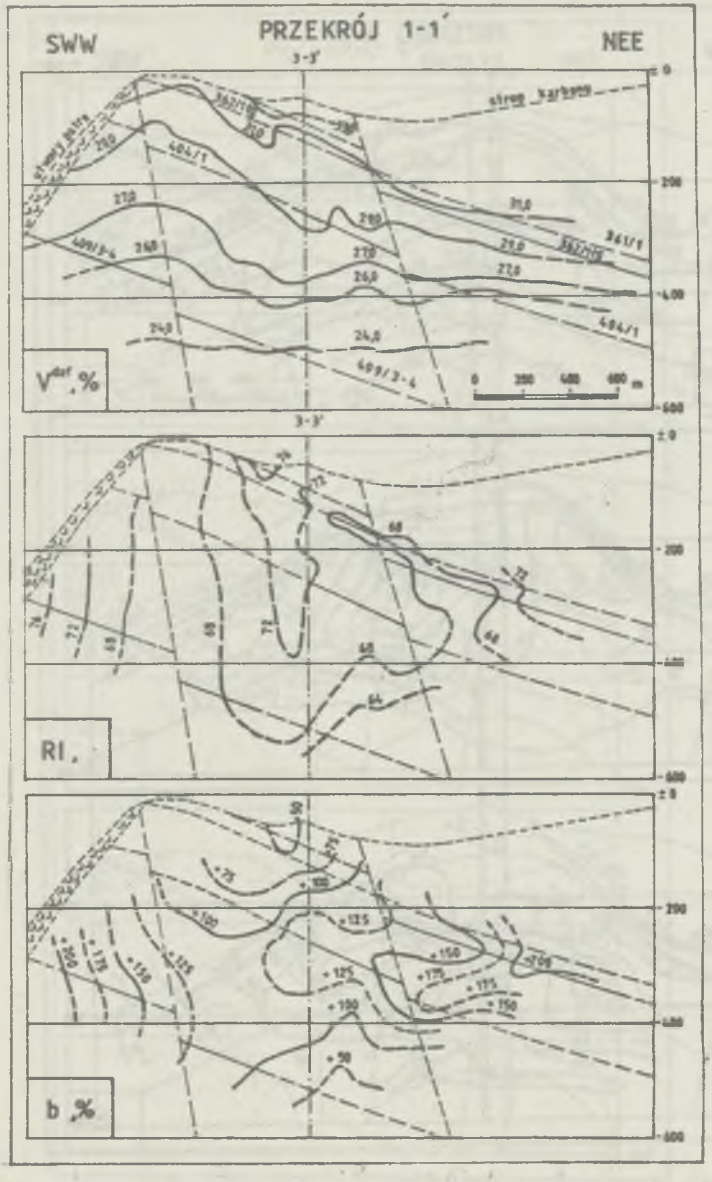
W innych pokładach zmiany litologii spągów i stropów nie znajdują wyraźnego odzwierciedlenia w zmianach V^{daf}, RI i b. Wyróżniono w nich także, podobnie jak w pokładzie 360/1 i 362/1, strefy o podobnych współzależnościach pomiędzy V^{daf}, RI i b.

5.3. Jakość węgla na tle wybranych przekrojów geologicznych

Charakterystykę zmian części lotnych, spiekalności i dylatacji przedstawiono również na tle wybranych przekrojów geologicznych.

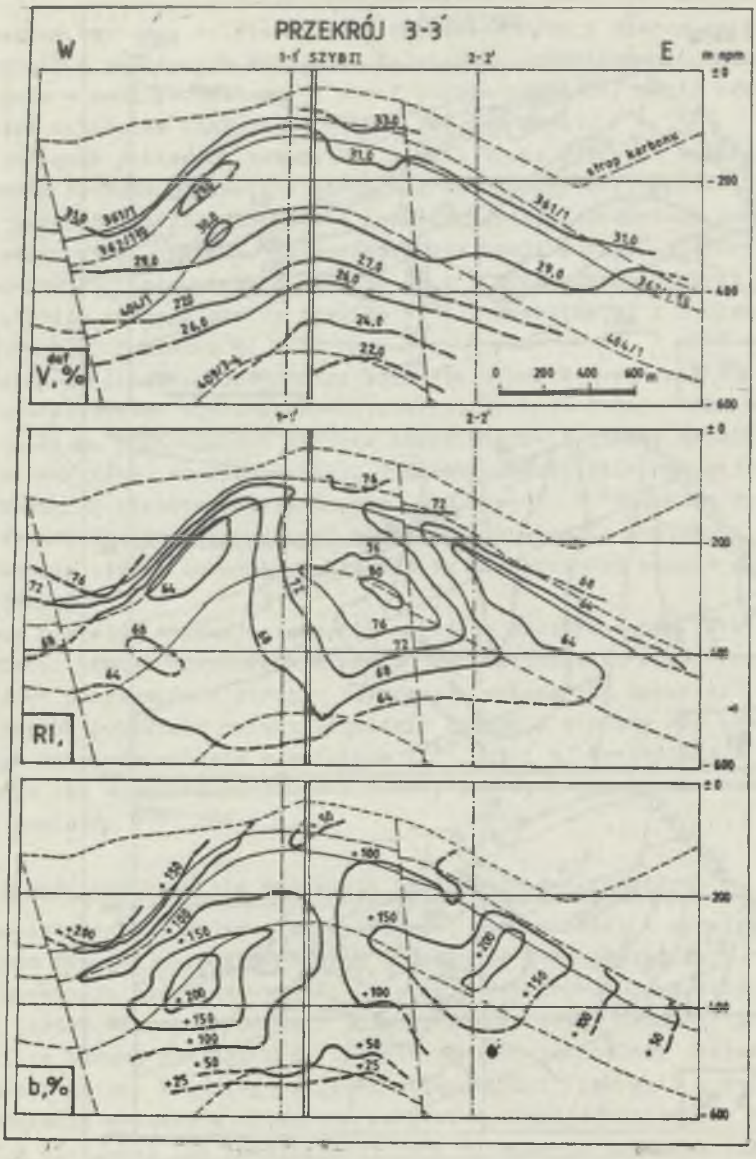
W przekroju południkowym 1-1' (rys. 6), przeprowadzonym wzdłuż osi fałdu jastrzębskiego ("Borynia"), stwierdzono pewną zgodność przebiegu izowoli z budową geologiczną. Izowole przecinają pokłady najczęściej pod małym kątem. Przebieg izolinii spiekalności (izorogi) i dylatacji nie wykazuje związku z ułożeniem warstw. Występuje mianowicie szereg stref o obniżonej lub podwyższonej RI i b, których przebieg jest najczęściej prostopadły do ułożenia warstw. Porównując przebieg izolinii V^{daf}, RI i b można zauważyć, że w sąsiedztwie tzw. utworów pstrych wysokim wartościom V^{daf} odpowiadają wysokie RI i b. Nieco dalej na północ niskim V^{daf} odpowiadają wysokie RI i b.

W przekroju równoleżnikowym 3-3' (rys. 7) przeprowadzonym poprzecznie do osi fałdu jastrzębskiego ("Borynia") stwierdzono dużą zgodność przebiegu izowoli z ułożeniem warstw (szczególnie poniżej pokładu 404/1). Izowole przebiegają najczęściej równolegle lub prawie równolegle do ułoże-



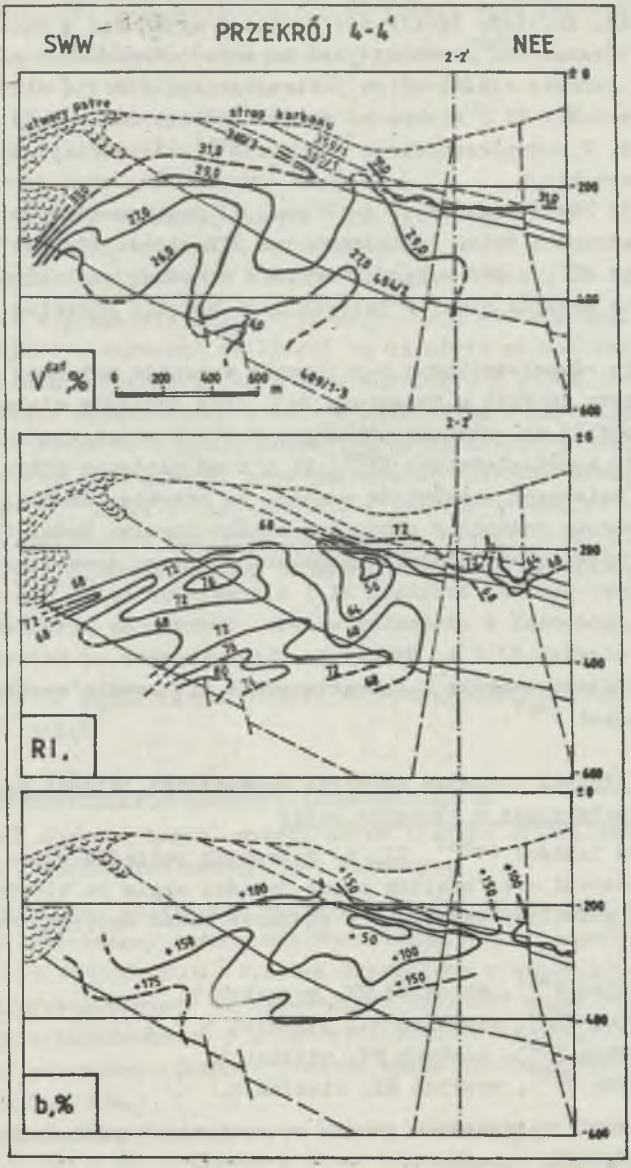
Rys. 6. Części lotne, spiekalność i dylatacja węgli na tle przekroju geologicznego 1 - 1'

Fig. 6. Volatile matter contents, caking after Roga and dilatation of the coal seams in the cross-section 1-1'



Rys. 7. Części lotne, spiekalność i dylatacja węgli na tle przekroju geologicznego 3 - 3'

Fig. 7. Volatile matter contents, caking after Roga and dilatation of the coal seams in the cross-section 3-3'



Rys. 8. Części lotne, spiekalność i dylatacja węgli na tle przekroju geologicznego 4 - 4'

Fig. 8. Volatile matter contents, caking after Roga and dilatation of the coal seams in the cross-section 4-4'

nia pokładów. Wartości V^{daf} maleją zarówno z głębokością, jak i w kierunku skrzydeł fałdu. Izolinie RI i b nie wykazują zgodności z budową geologiczną, niemniej jednak ich przebieg jest bardziej równomierny aniżeli w przekroju 1-1'. W osiowej części fałdu jastrzębskiego wysokim wartościom V^{daf} odpowiadają wysokie RI i niskie b, co szczególnie uwidacznia się w jej górnej części. W skrzydłach fałdu wysokim V^{daf} odpowiadają najczęściej niskie RI i wysokie b.

W przekroju równoleżnikowym 4-4'(rys. 8) przeprowadzonym po upadzie wschodniego skrzydła fałdu jastrzębskiego ("Manifest Lipcowy") izowole jak i izolinie RI i b nie wykazują związku z budową geologiczną. Zmiany V^{daf}, RI i b w pobliżu utworów pstrych mają podobny przebieg jak w przekroju 1-1'.

W przekroju równoleżnikowym 5-5' izowole wykazują mniejszą zgodność z ułożeniem warstw aniżeli w przekroju 3-3', lecz znacznie większą niż w położonym bardziej na południe przekroju 4-4'. W przekroju 2-2' nie stwierdzono wyraźnej współzależności V^{daf}, RI i b od ułożenia pokładów [39].

Z analizy opisanych przekrojów wynika, że przebieg izowoli jest zgodny z ułożeniem warstw jedynie w północnej części obszaru badań ("Borynia"). W kierunku z północy na południe zgodność przebiegu izowoli z ułożeniem warstw stopniowo zanika. Izolinie RI i b prawie na całym obszarze badań nie wykazują zgodności z ułożeniem warstw, tworząc na przemian strefy wysokich lub niskich RI i b. Strefy te ukierunkowane są najczęściej prostopadle do ułożenia warstw i charakteryzują się zwykle wysokimi lub niskimi wartościami V^{daf}.

5.4. Współzależności pomiędzy głównymi parametrami jakości węgla (V^{daf}, RI, b) występujące w obszarze badań

Analiza map jakości (V^{daf}, RI, b) wybranych pokładów węgla dokonana metodą superpozycji oraz analiza zmian jakości węgla na tle przekrojów geologicznych pozwoliły wyznaczyć w obszarze badań następujące strefy jakości węgla:

- strefy wysokich V^{daf}, wysokich RI, wysokich b,
- strefy niskich V^{daf}, wysokich RI, wysokich b,
- strefy wysokich V^{daf}, niskich RI, niskich b,
- strefy niskich V^{daf}, niskich RI, niskich b.

Oprócz tych stref, spotykanych prawie we wszystkich pokładach, występują również sporadycznie strefy:

- niskich V^{daf}, niskich RI, wysokich b,
- wysokich V^{daf}, wysokich RI, niskich b,
- niskich V^{daf}, wysokich RI, niskich b,
- wysokich V^{daf}, niskich RI, wysokich b.

Kryteria pozwalające wyznaczyć wymienione strefy były następujące:

- w strefach wysokich zawartości części lotnych $V^{daf} \geqslant 31\%$ (z wyjątkiem pokładów 409/1-3 i 409/3-4, gdzie $V^{daf} = 31-27\%$),
- w strefach niskiej zawartości części lotnych $V^{daf} < 31\%$ (z wyjątkiem pokładów 409/1-3 i 409/3-4, gdzie $V^{daf} < 27\%$),
- w strefach wysokiej spiekalności RI < 72,
- w strefach niskiej spiekalności RI > 72,
- w strefach wysokiej dylatacji b > +100%,
- w strefach niskiej dylatacji b < +100% (b < +105%).

Zmiany jakości w pokładzie 359/1 odbiegają nieco od tego ogólnego schematu. W pokładzie tym wartości dylatacji są wyraźnie niższe aniżeli w pozostałych pokładach i rzadko przekraczają wartość b = +100%.

Rozmieszczenie wyznaczonych stref jakości węgla w złożu jest niezależne od położenia w obszarze badań i pozycji stratygraficznej pokładu.

Analiza budowy geologicznej oraz zmienności głównych parametrów jakości węgla w złożu (V^{daf}, RI, b) okazała się niewystarczająca do wyjaśnienia występujących zależności pomiędzy zawartością części lotnych, spiekalnością i dylatacją. Współzależności te można tłumaczyć za pomocą badań petrograficznych.

6. ZMIANY JAKOŚCI WĘGLA NA TLE BUDOWY PETROGRAFICZNEJ POKŁADÓW W OBSZARZE BADAŃ

6.1. Ogólna charakterystyka wyróżnionych litotypów

W pokładach obszaru badań, wykazujących znaczne zróżnicowanie budowy makroskopowej, wyróżniono następujące litotypy:

- Węgiel błyszczący, do którego zaliczono węgiel błyszczący pasemkowy oraz węgiel błyszczący jednorodny. Węgiel błyszczący pasemkowy tworzy pasemka o grubości 0,011-0,250 m. Pasemka błyszczące w tym węglu o grubości < 0,005 m przewarstwione są najczęściej laminami węgla włóknistego. Pasemka węgla błyszczącego o grubości > 0,005 m wyróżniono jako węgiel błyszczący jednorodny. Grubość pasemek węgla błyszczącego jednorodnego dochodzi do 0,040 m.
- Węgiel półbłyszczący pasemkowy, w którym występują na przemian pasemka błyszczące o mniej intensywnym połysku aniżeli w węglach błyszczących oraz najczęściej cienkie pasemka węgla włóknistego i pasemka półmatowe. Grubość pasemek węgla półbłyszczącego waha się w granicach 0,011 - 0,430 m.
- Węgiel matowy, w skład którego zaliczono również węgiel półmatowy, występuje w kilku odmianach. Węgiel matowy smugowany z nielicznymi pasemkami błyszczącymi występuje w ławicach o grubości 0,013 - 0,045 m. Węgiel półmatowy smugowany z licznymi pasemkami błyszczącymi osiąga

grubość 0,015 - 0,255 m. Węgiel półmatowy smugowany z nielicznymi pasemkami błyszczącymi osiąga grubość 0,015 - 0,093 m. Węgiel półmatowy smugowany osiąga grubość 0,020 - 0,037 m. W niewielkich ilościach występuje również węgiel półmatowy jednorodny. Spośród węgli zaliczonych do matowych najczęściej występują odmiany węgla półmatowego z licznymi pasemkami błyszczącymi oraz matowego smugowanego z nielicznymi pasemkami błyszczącego. Pozostałe odmiany występują w mniejszych ilościach i nie we wszystkich pokładach.

- Węgiel włóknisty występuje najczęściej w formie cienkich pasemek lub soczewek. Grubość pasemek węgla włóknistego, występującego w odmianie twardej (zmineralizowanej) i miękkiej, dochodzi do 0,060 m.
- Przerosty o zróżnicowanej grubości 0,005 - 0,430 m mają najczęściej charakter łupków węglowych (naprzemianległe warstewki węgla i substancji mineralnej) lub węglistych (materia organiczna w postaci rozproszonej). Spotyka się również przerosty iłowcowe, mułowcowe jak również syderyty węglowe.

Charakterystyczną cechą większości opróbowanych pokładów jest współwystępowanie licznych, naprzemianległe ułożonych pasemek błyszczących i włóknistych o grubości najczęściej < 0,005 m.
Część tych węgli (błyszczących lub półbłyszczących) z przewarstwieniami (soczewkami) włóknistymi można porównać do opisywanych w literaturze ogniw pośrednich między błyszczącymi i półbłyszczącymi z jednej strony a węglami włóknistymi z drugiej strony. Węgle te, mające charakter petrograficzny węgli błyszcząco-włóknistych lub półbłyszcząco-włóknistych noszą nazwę drobnopasemkowych węgli włóknistych [16] lub węgli klarynowo-fuzynowych [33].

6.2. Charakterystyka mikrolitotypów

W badanych pokładach szczególną uwagę zwrócono na te mikrolitotypy, których skład macerałowy mógłby być przydatny do wyjaśnienia wykazanej uprzednio dużej zmienności w jakości węgla, a w szczególności własności koksowniczych. Głównym mikrolitotypem o największym udziale w budowie pokładów jest witryt oraz klaryt, którym towarzyszą fuzyt, duroklaryt i klaroduryt. Udział pozostałych mikrolitotypów w budowie pokładów ma charakter drugorzędny.

Witryt, najczęściej występujący mikrolitotyp w węglach obszaru badań, spotykany jest głównie w strefach o wysokiej spiekalności i dylatacji, co związane jest z jego bardzo dobrymi własnościami koksowniczymi (pkt 2).

Charakterystycznym typem mikrostrukturalnym obszaru badań jest klaryt kutykulowy, który zawiera znaczną ilość kutykul o wyraźnym reliefie w zasadniczej masie witrynitowej, pochodzącej z miękkich części liści (fot. 1, 2). Obok kutykul i tzw. phyllowitrynitu występują poziomy nagromadzenia korpokolinitu i minerałów ilastych w postaci subtelnych smug.

Fot. 1. Klaryt kutykulowy. Widoczne kutykule (ciemnoszare, cienkie i wydłużone), otaczające masę węgla błyszczącego w postaci phyllowitrynitu. Kutynitowi towarzyszą smugi minerałów ilastych. Pokład 357/1 KWK "XXX-lecia PRL". Swiatło odbite. Obiektyw immersyjny. Powiększenie 250 x.

Fot. 1. Cutinite - clarite. Layer of vitrinite (telinite from the "mesophyll") surrounded by cutinite (thin, elongated dark grey). Coal seam 357/1 "XXX-lecia PRL" coal mine

Fot. 2. Klaryt kutykulowy. Widoczne słabo tkanka zachowana miękiszowa w formie phyllowitrynitu. W dolnej części wydłużony jaśniejszy fragment semifuzynitu. Pokład 360/1, KWK "Manifest Lipcowy". Swiatło odbite Obiektyw immersyjny. Powiększenie 250 x

Fot. 2. Cutinite - clarite. Traces of telinite from the "mesophyll", semifusinite lens (white). C.s. 360/1. "Manifest Lipcowy" coal mine

Fot. 3. Klaryt kutykulowy. Wzdłuż kutykul widoczne smugi substancji ilastej. W środku owalny korpokolinit silnie spirytyzowany. W dolnej części liczne skupienia minerałów ilastych. Wiczone również nieliczne mikrospory. Pokład 362/1 łg, KWK "Borynia". Swiatło odbite Obiektyw immersyjny. Powiększenie 250 x

Fot. 3. Cutinite - clarite. Top: cuticles with clay minerals. In the middle: elliptical corpocolinite with pyrite. Bottom: clay minerals and rare microspores. C.s. 362/1 "Borynia" coal mine

W nieznacznych ilościach występuje inertodetrynit oraz rzadko makro- i mikrospory nie wykazujące fluorescencji. Kutykule nie wykazują fluorescencji a ich barwa zbliżona jest najczęściej do barwy witrynitu. Klaryty kutykulowe wydają się być typowe dla węgla obszaru badań. W niektórych klarytach korpokolinit wykazuje mikrynityzację lub spirytyzowanie (fot. 3). Klaryty te z uwagi na mniejsze rozprzestrzenianie uznano za nietypowe. Obserwowane są również nietypowe klaryty kutykulowe, w których nie zachował się phyllowitrynit. Nie występuje w nich korpokolinit ani substancja ilasta. Największy udział klarytów kutykulowych stwierdzono w węglu ze stref wysokiej spiekalnosci i dylatacji, niezależnie od zawartosci V^{daf}. Podobne węgle liściaste ("paper coals", Blätterkohle", "Listowyje

ugli") charakteryzują się podwyższoną spiekalnością i podwyższoną zawartością części lotnych [1, 2, 17, 34].

Oprócz klarytów kutykulowych występują także klaryty mikrosporowe, zawierające zwykle dużo ciasta kolinitowego, nieliczne makrospory i gdzieniegdzie występujący kutynit. Egzynit w tych klarytach nie wykazuje większych koncentracji.

Klaryty mikrosporowe i kutykulowe występują w zmiennych proporcjach w poszczególnych strefach jakości węgla. W strefach wysokiej spiekalności i dylatacji stosunek ilościowy klarytów kutykulowych do klarytów mikrosporowych jest znacznie większy aniżeli w strefach o niskiej spiekalności i dylatacji. Świadczyć to może o znacznie lepszych własnościach koksowniczych klarytów kutykulowych aniżeli klarytów mikrosporowych.

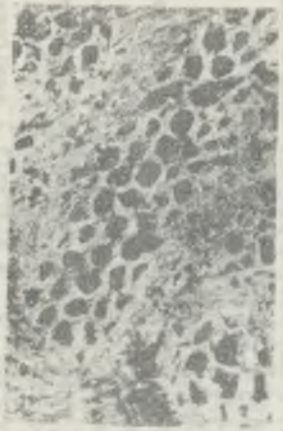
Dla węgla obszaru badań charakterystyczne są również substancje żywiczne, stwierdzone w fuzytach (głównie np. w pokładzie 357/1 kop. "XXX-lecia PRL"). Fuzyt impregnowany substancją żywiczną[x)] występuje w postaci degradosemifuzynitu, degradofuzynitu, pirofuzynitu i pirosemifuzynitu. Żywice szczelnie wypełniają przestrzenie komórkowe fuzynitu i semifuzynitu wykazując silną fluorescencję barwy od żółtej do pomarańczowożółtej (fot. 5a, 5b, 6a, 6b).

Fot. 4. Fuzyt. Pirofuzynit grubościenny o wydłużonych komórkach nie zawierających impregnacji żywicznych. Pokład 357/1, KWK "XXX-lecia PRL". Światło odbite. Obiektyw immersyjny. Powiększenie 250 x

Fot. 4. Fusite. Thick cell-wall fusinite not impregnated by resinite. C.s. 357/1 "XXX-lecia PRL" coal mine

Szczeliny spękań wokół skupień żywic nie są wypełnione żywicami. Żywice występują tylko w obrębie przestrzeni komórkowych. Oprócz wymienionych fuzenitów, wypełnionych gruboziarnistą substancją żywiczną, spotyka się również drobnoziarniste żywice o charakterze detrytusu wypełniające najczęściej semifuzynit. Substancje żywiczne, występujące w macerałach inertynitowych, mogą wpływać na podwyższenie zawartości części lotnych, spiekalności i dylatacji. Impregnacje żywiczne w fuzytach (węgiel z Sierszy) stwierdził również W. Petrascheck [37], a w węglu Zagłębia Donieckiego Połovnikowa i inni [38]. J. Kuhl, Gon-Dzi-Cun [30] zauważyli podwyższoną zawartość części lotnych i ciepła spalania w węglach żywicznych, natomiast G. Kröger, M. Klatt [27]

x) Zgodnie z systematyką ICCP fuzynit impregnowany substancją żywiczną jest durytem. Stwierdzenie obecności żywic w fuzynicie jest możliwe jedynie dzięki zastosowaniu fluorescencji. Stosowanie nazwy "fuzyt żywiczny" ma na celu podkreślenie pewnej odrębności genetycznej i technologicznej tego mikrolitotypu.



Fot. 5a. Fuzyt. Grubościenny fuzynit impregnowany żywicami. Pokład 357/1, KWK "XXX-lecia PRL". Światło odbite. Obiektyw immersyjny. Powiększenie 250 x

Fot. 5a. Fusite. Thick cell-wall fusinite impregnated by resinite (?) C.s. 357/1 "XXX-lecia PRL" coal mine

Fot. 5b. Ta sama mikrofotografia z zastosowaniem fluorescencji. Jasnoszare wypełnienia komórek fuzynitu ujawniają obecność żywic wykazujących silną fluorescencję barwy jasnożółtej. Światło odbite. Obiektyw immersyjny. Światło niebieskie. Powiększenie 250 x

Fot. 5.b. Same field as Fot. 5a under blue - light irradation. Light cell fillings in the fusinite its resinite (?). The colour of resinite in the blue-light irradation is yellow - orange

Fot. 6a. Fuzyt. W środkowej części soczewka grubościennego fuzynitu impregnowanego żywicami. Pokład 357/1. KWK "XXX-lecia PRL". Światło odbite. Obiektyw immersyjny. Powiększenie 250 x

Fot. 6a. Fusite. Fusinite lens impregnated by resinite C.s. 357/1 "XXX-lecia PRL" coal mine

Fot. 6b. Ta sama mikrofotografia z zastosowaniem fluorescencji. Żywice występujące w większości komórek fuzynitu szczelnie wypełniają przestrzenie komórkowe. Szczeliny w dolnej części nie wykazują obecności żywic. Pokład 357/1, KWK "XXX-lecia PRL". Światło odbite. Obiektyw immersyjny. Światło niebieskie. Powiększenie 250 x

Fot. 6b. Same fields as fot. 6a under blue - light irradation. Only fusinite impregnated by resinite (?). Fissures not impregnated. All photomicrographs taken on polished surfaces under oil immersion. 250 x

stwierdzili korzystny wpływ żywic na własności technologiczne węgla. Dane literaturowe, dotyczące występowania żywic, odnoszą się głównie do węgli niżej uwęglonych aniżeli węgiel koksowy.

Oprócz fuzynitów impregnowanych substancją żywiczną stwierdzono również fuzynit nie zawierający takiej impregnacji (fot. 4). Odróżnienie tych dwóch odmian fuzynitu jest możliwe przy zastosowaniu fluorescencji.

Charakterystycznym mikrolitotypem obszaru badań jest również duroklaryt. Występuje w nim obfite ciasto witrynitowe w postaci desmokolinitu, większa ilość fuzynitu, semifuzynitu i smugi mikrynitu. Częsty jest również inertodetrynit i sklerotynit, natomiast macerały egzynitowe (najczęściej mikrospory i rzadko guzkowate makrospory), występują stale w małych ilościach. Udział duroklarytu w strefach węgla o niskiej spiekalności i dylatacji jest większy aniżeli w strefach o wysokiej RI i b, co świadczyć może o jego słabszych własnościach koksowniczych w stosunku do klarytu kutykulowego.

Klaroduryt, charakteryzujący się najczęściej wysoką zawartością inertynitu w postaci okruchów semifuzynitu, fuzynitu, makrynitu i rzadko występujących sklerocji w silnie zmikrynityzowanym cieście kolinitowym, spotykany jest, podobnie jak duroklaryt, częściej w węglu ze stref o niskiej spiekalności i dylatacji.

6.3. Charakterystyka petrograficzna pokładów z wydzielonych stref jakości węgla

6.3.1. Strefy o wysokich V^{daf}, wysokich RI, wysokich b (strefy A)

Przykładem wysokiej zawartości części lotnych, spiekalności i dylatacji są strefy w pokładach 357/1 kop. "XXX-lecia PRL", 361/1 kop. "Borynia" oraz 360/1 kop. "Manifest Lipcowy". Charakterystyczny dla tych stref jest bardzo wysoki łączny udział węgla błyszczącego i półbłyszczącego o średniej zawartości w pokładach 82,3% (82,0 - 82,8%), (tabela 5).

Węgiel z tych stref charakteryzuje się największym, w porównaniu do pozostałych stref, udziałem typowych klarytów kutykulowych i jednocześnie minimalnym udziałem klarytów mikrosporowych. W węglu z tych stref zaznacza się najmniejszy udział duroklarytów i klarodurytów. Duroklaryty stanowią często formy przejściowe do klarytów kutykulowych. Obserwuje się również najmniejsze ilości mikrynitu, występującego głównie w postaci smug w witrynicie. W pokładzie 357/1 kop. "XXX-lecia PRL" występują również większe ilości fuzynitu impregnowanego żywicami.

Analiza ilościowa macerałów węgla z tych stref wykazała, że odznacza się on wysoką zawartością macerałów grupy witrynitu, dość wysokim udziałem egzynitu i stosunkowo niską zawartością inertynitu (tabela 5). Średnia zawartość witrynitu wynosi 62% (60-64%), egzynitu 9% (8-11%) i inertynitu 18% (17-19%). Z grupy inertynitu wyodrębiono zawartość składników w pełni inertnych (I^{x} = fuzynit + sklerotynit + makrynit + inertodetrynit) i składników uważanych za nie w pełni inertne (I^{xx} = mikrynit + semifuzynit).

Tabela 5

Udział litotypów, mikrolitotypów i grup macerałów oraz refleksyjność witrynitu na tle parametrów jakości węgli koksowych w wydzielonych strefach obszaru badań

Strefy jakości węgli	Pokład Kopalnia	Litotypy: Σ węgla błyszczącego + półbłyszczącego w profilu, %	Mikrolitotypy: Zasadnicze	Mikrolitotypy: Towarzyszące	Grupy macerałów, % obj.: witrynit	Grupy macerałów, % obj.: Łączny inertynit	Inertynit: I^{X}	Inertynit: I^{XX}	Inertynit: $I^{X}+I^{XX}$	Składniki mineralne % obj.	$\frac{I}{I^{X}}$	Refleksyjność R_m^o, %	Parametry jakości węgla: V^{daf}, %	Parametry jakości węgla: RI	Parametry jakości węgla: b, %
A wysoka V^{daf}	357/1 XXX-lecie PRL	82,8	K, F_{ℓ}, W	DK, F, K_s	64	11	7	11	18	7	1,6	0,96	32,2	73,5	+ 225
wysoka RI	361/1 Borynia	82,0	K, W	DK, K_s, F	60	9	7	10	17	14	1,3	0,98	31,6	73,8	+ 175
wysoka b	360/1 Manifest Lipcowy	82,2	K_k, K, W	DK, F, WN, K_s	62	8	9	10	19	11	0,9	0,98	31,2	80,0	+ 145
	Średnia	82,3	K, W, F_{ℓ}	DK, F, K_s	62	9	8	10	18	11	1,3	0,97	31,7	75,8	+ 182
B niska V^{daf}	360/1 XXX-lecie PRL	81,1	W, WN, DK	F, K_s	54	8	11	12	23	15	0,7	0,99	29,2	78,5	+ 140
wysoka RI	404/2 Manifest Lipcowy	85,9	WN, W, K	K_{ℓ}, F, DK	65	6	9	12	21	8	0,7	1,06	28,7	80,0	+ 165
wysoka b	409/1-3 Manifest Lipcowy	81,0	W, WN, K	F, K_k, K_s	53	8	11	20	31	8	0,7	1,14	25,5	77,5	+ 135
	Średnie	82,7	W, WN, K	F, K_k, DK, K_s	58	7	10	15	25	10	0,7	1,06	27,8	78,7	+ 147
Średnia dla stref A + B		82,5			60	A+B /11	9	13	22	10	A+C 1,2	1,02	A+C 31,6	77,3	+ 164
C wysoka V^{daf}	359/1 Manifest Lipcowy	51,2	DK, W	K_s, F, KD	49	14	13	18	31	6	1,1	0,98	31,3	70,0	+ 94
niska RI															
niska b	404/1 Borynia	37,5	K_s, WN, DK	K, K_k, W, F_{ℓ}	58	11	11	10	21	10	1,0	1,02	31,5	68,5	+ 105
	Średnia	44,4	K_s, DK, W	F, K_k, KD, K_s	54	12	12	14	26	8	1,0	1,00	31,4	69,3	+ 99
D niska V^{daf}	360/3 Manifest Lipcowy	67,6	KD, K, DK, W	K_s, K_{mp}, F, WN	55	7	15	15	30	8	0,5	0,99	30,3	68,5	+ 95
niska RI	362/1 Żd Borynie	71,0	DK, KD	K_k, WN, W, F	55	6	12	14	26	13	0,5	0,99	30,5	67,0	+ 90
niska b	362/1 Żg Borynie	77,3	KD, F, DK	W, K_s, K_{mp}, K_k, F	61	5	11	11	22	12	0,5	1,00	28,6	68,0	+ 77
	359/1 XXX-lecie PRL	77,8	DK, KD, F	W, F_{ℓ}, K, K_s	46	8	18	14	32	14	0,4	1,00	30,6	70,0	+ 78
	409/3-4 Borynie	58,1	KD, F	K_s, K, W, WN	55	7	19	13	32	6	0,4	1,04	26,2	66,0	+ 105
	Średnie	70,4	KD, DK, F	K_k, K_s, W, WN	54	7	15	13	28	11	0,5	1,00	29,2	67,9	+ 89
Średnia dla stref C + D		63,0			54	B+D 7	14	14	28	10	B+D 0,6	1,00	B+D 28,7	68,3	+ 92

Objaśnienia:

I^{X} - składniki czysto inertne (bez semifuzynitu i mikrynitu), I^{XX} - suma semifuzynitu + mikrynitu, K - kleryt kutykulowy, K_{mp} - kleryt kutykulowy ze zmikrynityzowanym lub spirytyzowanym korpokolinitem, K_k - kleryt kutykulowy bez phyllowitrynitu, korpokolinitu i substancji ilastej, K_s - kleryt mikrosporowy, F_{ℓ} - fuzyt impregnowany fluoryzującą substancją żywiczną (wg ICCP - duryt), F - fuzyt nie impregnowany żywicami, DK - durokleryt, KD - klerodurytt, WN - witrynertyt (przeważnie witrynit impregnowany mikrynitem), W - witryt

Zawartość I^X = 8% (7-9%), a I^{XX} = 10% (10-11%). Udział składników mineralnych w węglu stref A waha się w granicach 7-14%, zaś jego średnia wartość wynosi 11%.

Z analizy grup macerałów wynika, że stosunek ilościowy macerałów grupy egzynitu do w pełni inertnych macerałów grupy inertynitu ($\frac{E}{I^X}$) może być wskaźnikiem petrograficznym potwierdzającym podział węgla na strefy jakości. Wartości tego wskaźnika w węglu stref A wahają się w granicach 0,9 - 1,6; przy czym jego wartość średnia wynosi 1,3.
Średnia zdolność odbicia światła witrynitu (R_m^o) wynosi 0,97% przy wahaniach 0,96 - 0,98%.
Wartości średnie parametrów technologicznych wynoszą: V^{daf} = 31,7%, RI = 75,8% i b = +182 %.

6.3.2. Strefy o niskich V^{daf}, wysokich RI, wysokich b (strefy B)

Węgiel o niskiej zawartości części lotnych oraz wysokiej spiekalności i dylatacji stwierdzono w strefach występujących w pokładach 360/1 kop. "XXX-lecia PRL" oraz 404/2 i 409/1-3 kop. "Manifest Lipcowy".

Udział łączny węgla błyszczącego i półbłyszczącego w poszczególnych pokładach jest również wysoki, podobnie jak w strefach A, średnia zaś jego wartość wynosi 82,7% przy wahaniach 81,0-85,9%.

Węgiel tych stref charakteryzuje się mniejszym w porównaniu do stref A udziałem typowych klarytów kutykulowych. Obserwuje się równocześnie większy udział klarytów mikrosporowych i trimacerytów, głównie duroklarytów. Więcej jest również witrytów, w większości przypadków silnie zmikrynityzowanych.

Węgiel tych stref charakteryzuje nieco niższa aniżeli w strefach A zawartość macerałów grupy witrynitu i egzynitu oraz wyższa zawartość macerałów inertynitowych. Średnia zawartość witrynitu wynosi 58% (53-65%), egzynitu 7% (6-8%) oraz inertynitu $I^X + I^{XX}$ = 25% (21-31%), I^X = 10% (9-11%) i I^{XX} = 15% (12-20%). Udział składników mineralnych w węglu ze stref B jest zróżnicowany w granicach 8-15%, średnia zaś jego wartość wynosi 10%. Stosunek ilościowy macerałów grupy egzynitu do macerałów inertnych jest jednakowy w tych strefach i wynosi 0,7. Wartości tego wskaźnika są wyraźnie niższe aniżeli w węglu stref A.
Średnia zdolność odbicia światła (R_m^o) wynosi 1,06%, a zróżnicowanie jego wartości jest stosunkowo duże i waha się w granicach 0,99 - 1,14%.
Węgiel stref B charakteryzują następujące średnie wartości parametrów technologicznych: V^{daf} = 27,8%, RI = 78,7 i b = +147%.

6.3.3. Strefy o wysokich V^{daf}, niskich RI, niskich b (strefy C)

Węgiel charakteryzujący się wysoką zawartością części lotnych oraz niską spiekalnością i dylatacją stwierdzono w strefach występujących w pokładach 359/1 kop. "Manifest Lipcowy" oraz 404/1 kop. "Borynia".

Strefy te charakteryzują się niższym udziałem węgla błyszczącego i półbłyszczącego oraz znacznie wyższym udziałem węgla matowego w porównaniu do stref A i B. Średni udział łączny węgla błyszczącego i półbłyszczącego wynosi 44,4%, przy wahaniach 37,5 - 51,2%.

Węgiel ze stref C charakteryzuje się występowaniem klarytów mikrosporowych w przewadze nad klarytami kutykulowymi. Pośród klarytów kutykulowych obserwuje się znaczną ilość nietypowych klarytów kutykulowych (bez phyllowitrynitu i korpokolinitu). Częstość występowania klarytów jest podobna jak w węglach stref A. Udział duroklarytów jest większy aniżeli w węglu stref A i B, natomiast udział witrytów jest mniejszy aniżeli w strefach A i B.

Zawartość macerałów grupy witrynitu w węglu tych stref jest niższa aniżeli w węglu stref A i B, natomiast macerały grupy egzynitu występują w ilościach większych. Udział macerałów grupy inertynitu jest podobny jak w strefach B i wyższy aniżeli w strefach A. Średnia zawartość witrynitu wynosi 54% (49-58%), egzynitu 12% (11-14%) i inertynitu I^{x} = 12% (11-13%), I^{xx} = 14% (10-18%) oraz I^{x} + I^{xx} = 26% (21-31%). Udział składników mineralnych w węglu tych stref waha się w granicach 6-10%, a jego wartość średnia wynosi 8%. Stosunek ilościowy macerałów egzynitowych do macerałów inertnych wynoszący 1,0 jest nieco niższy aniżeli w strefach A, lecz wyraźnie wyższy aniżeli w strefach B.

Średnia zdolność odbicia światła wykazuje nieznaczne wahania w granicach 0,98 - 1,02%.

Parametry technologiczne węgla wykazują średnie wartości: V^{daf} =31,4%, RI = 69,3% i b = +99%.

6.3.4. Strefy o niskich V^{daf}, niskich RI i niskich b (strefy D)

Przykładem niskiej zawartości części lotnych, spiekalności i dylatacji są strefy w pokładach 360/3 kop. "Manifest Lipcowy", 362/1 łg, 362/1 łd i 409/3-4 kop. "Borynia" oraz 359/1 kop. "XXX-Lecia PRL".

Łączna średnia zawartość węgla błyszczącego i półbłyszczącego wynosząca 70,4% (58,1-77,8%) jest niższa aniżeli w strefach A i B, lecz znacznie wyższa aniżeli w strefach C.

Węgiel ze stref D charakteryzuje się najwyższą, w porównaniu do węgla pozostałych stref, zawartością trimacerytów. Wśród trimacerytów, duroklaryty i klaroduryty występują mniej więcej w równych ilościach. Obserwuje się również nieco większy aniżeli w pozostałych strefach udział witrynertytów występujących głównie w postaci silnie zmikrynityzowanych pasem-k o przewadze mikrynitu nad witrynitem.
Udział klarytów, głównie kutykulowych, jest jedynie nieco niższy aniżeli w strefach C, lecz wyraźnie niższy aniżeli w strefach A i B.

Węgiel tych stref odznacza się w porównaniu do pozostałych stref najniższą zawartością egzynitu oraz najwyższą zawartością macerałów grupy inertynitu. Udział macerałów grupy witrynitu jest podobny jak w strefach C, lecz niższy aniżeli w strefach A i B. Średnia zawartość witynitu wynosi

54% (46-61%), egzynitu 7% (5-8%) i inertynitu $I^{x} + I^{xx}$ = 28% (22-32%), I^{x} = 15% (11-19%), I^{xx} = 13% (11-15). Udział składników mineralnych jest zróżnicowany w granicach 6-14%, średnia zaś jego wartość wynosi 11%. Stosunek ilościowy macerałów egzynitowych do macerałów inertnych wynosi 0,5; zróżnicowanie zaś jego jest nieznaczne w granicach 0,4-0,5. Wartość tego wskaźnika jest wyraźnie niższa aniżeli w strefach A i C oraz tylko nieco niższa aniżeli w strefach B. Można zauważyć, że węgiel ze stref A i C odznacza się wysokimi wartościami tego wskaźnika, najczęściej ≥ 1,0, natomiast w węglu o niskiej zawartości V^{daf} wskaźnik ten nie przekracza wartości 0,7.

Średnia zdolność odbicia światła (R_m^o) wynosi 1,00% przy zróżnicowaniu jego wartości od 0,99-1,04%.

Średnie wartości parametrów technologicznych wynoszą: V^{daf} = 29,2%, RI = 68,3%, b = +92%.

6.4. Charakterystyka chemiczna popiołów węglowych

Skład chemiczny pozwala wydzielić grupę popiołów krzemianowo-glinokrzemianowych ($\frac{SiO_2}{Al_2O_3} > 2$) i grupę popiołów glinokrzemianowych ($\frac{SiO_2}{Al_2O_3} < 2$). W popiołach obu grup występuje zmienny udział zawartości Fe, Ca, Mg, Na, K i P. Średnia zawartość popiołu w pokładach jest ogólnie niska i najczęściej nie przekracza wartości 10%. Przy tak małej zawartości popiołu udział składników mineralnych nie powinien wywierać zasadniczego wpływu na parametry technologiczne węgla. Wpływ ten może się jednakże zaznaczyć w partiach pokładów o wyższej zawartości popiołu.

Określony skład chemiczny popiołów próbowano łączyć z jakością węgla w wydzielonych strefach (A - D). W wydzielonych strefach grupują się jednakże popioły o zróżnicowanym składzie chemicznym, jak i o różnej jego zawartości. Charakter chemiczny popiołów ani jego procentowa zawartość nie jest więc związany z występowaniem poszczególnych stref jakości węgla koksowego.

WNIOSKI

Rozpoznanie kierunków zmian jakości węgla koksowego w SW-części GZW, w oparciu o jego budowę petrograficzną zinterpretowaną na tle geologicznych warunków występowania, pozwoliło wyprowadzić następujące wnioski:

1. Obszar badań, obejmujący złoża kopalń "Borynia", "Manifest Lipcowy" i "XXX-lecia PRL", zawiera węgiel kamienny o zróżnicowanej jakości. Obejmuje on głównie typy technologiczne 34 i 35, którym w tzw. utworach pstrych towarzyszą typy 31, 32, 33, 36, 37 i 38.

2. Parametrami wykazującymi największą zmienność jakości węgla są: zawartość części lotnych (V^{daf}), spiekalność (RI) i dylatacja (b).
3. Największą zmienność jakości węgla (V^{daf}, RI, b) wykazują pokłady: 361/1, 362/1 łg, 362/1 łd, 404/1, 409/3-4 (kop. "Borynia"), 359/1, 360/1, 360/3, 404/2, 409/1-3 (kop. "Manifest Lipcowy") oraz 357/1, 359/1 i 360/1 (kop. "XXX,lecia PRL"), które równocześnie charakteryzują się największym zróżnicowaniem budowy petrofraficznej.
4. Wykazano, że badany węgiel charakteryzuje się zbliżonym stopniem uwęglenia (R_m^o = 0,96-1,14%) przy znacznym zróżnicowaniu zarówno głównych parametrów jakości (V^{daf} = 25,5-32,2%, RI = 66-80, b = +77 ÷ +225%), jak i składu petrograficznego (W = 46-65%, E = 5-14%. I = 17÷32%).
5. Nie stwierdzono wyraźnego związku zmian parametrów jakości węgla z budową geologiczną obszaru badań. Parametry jakości nie wykazują jednakowych tendencji zmian zarówno po upadzie jak i wzdłuż rozciągłości, co uniemożliwia lub co najmniej utrudnia prognozowanie zmian jakości węgla z uwzględnieniem budowy geologicznej obszaru badań.
6. Nie stwierdzono również wyraźnych zależności zmian parametrów jakości węgla od zmienności litologicznej profilu pionowego w zakresie obecnej głębokości eksploatacji (do~ -650 m npm). Jedynie w piaskowcowym odcinku profilu o grubości ~80 m, pomiędzy pokładami 407-409, parametry jakości węgla wykazują stałe wartości. Wykazano natomiast pewny związek pomiędzy charakterem litologicznym stropów pokładów a zawartością V^{daf}. Najczęściej podwyższonemu udziałowi piaskowców towarzyszy węgiel o podwyższonej zawartości V^{daf}.
7. Stwierdzono, że istotny wpływ na jakość badanego węgla wywiera budowa petrograficzna pokładów. W pokładach obszaru badań wyróżniono strefy różniące się jakością i składem petrograficznym węgla. Występowanie tych stref nie wykazuje wyraźnego powiązania z budową geologiczną.
8. Węgiel ze stref o wysokiej RI i b charakteryzuje się wysokim udziałem witrytu i klarytu kutykulowego przy niskim udziale trimacerytu. Węgiel o niskiej spiekalności i dylatacji odznacza się wysokim udziałem inertynitu. Zawiera on dużo trimacerytu przy niskim udziale witrytu i klarytu kutykulowego.
9. Udział egzynitu wpływa w istotny sposób na zawartość V^{daf}. W niektórych węglach o wysokiej zawartości części lotnych (V^{daf} = 32,2%, R_m^o = 0,96%) stwierdzono fuzynity impregnowane fluoryzującą substancję bitumiczną (rezynitem).
10. Bardziej dokładne okonturowanie stwierdzonych stref o określonej jakości węgla dla potrzeb praktyki górniczej i przeróbczej wymaga uprzedniego przeprowadzenia badań petrograficznych w poszczególnych partiach złóż.
11. Stosowane dotychczas kryteria ustalania typów technologicznych węgla (szczególnie koksowego) wg PN-82/G-97002 wydają się być w świetle przeprowadzonych badań niedoskonałe i niewystarczające. W zasadzie jedynym parametrem różniącym wg wymagań PN główne typ węgla (34 i 35) jest

zawartość części lotnych. Rozróżnienie typów 34 i 35 na podstawie parametrów spiekalności i dylatacji (z wyjątkiem typu 34.1) jest niemożliwe. Zdecydowana większość oznaczeń RI i b spełnia równocześnie wymagania stawiane obydwu typom.

12. W pracy wykazano, że zawartość części lotnych, spiekalność i dylatacja są uzależnione w znacznym stopniu od budowy petrograficznej węgla w pokładach. Proponuje się zatem, obok dotychczas stosowanych parametrów klasyfikacyjnych, stosować także parametry petrograficzne dla właściwej oceny jakości węgla koksowego w złożach.

Za skłonienie mnie do podjęcia tego opracowania oraz za kierownictwo naukowe i cenną dyskusję zarówno podczas wykonywania badań, jak i redakcji pracy pragnę serdecznie podziękować Prof. dr. hab. inż. Wiesławowi Gabzdylowi. Składam również wyrazy podziękowania za cenne uwagi Prof. dr. hab. inż. Józefowi Sztelakowi, doc. dr hab. Krystynie Kruszewskiej oraz doc. dr. inż. Kazimierzowi Matlowi. Dziękuję także wszystkim współpracownikom z Instytutu Geologii Stosowanej, którzy w jakikolwiek sposób ułatwili mi prowadzenie badań.

LITERATURA

[1] Ammosow I.I.: Composition petrographique des charbons humiques de L'USSR. C.r.5 Congr. Inter. Strat. Geol. Carbonifére 3, ss. 909-916, Paris 1964.

[2] Bode H.: Ein Fund von Blätterkohle im Oberschlesischen Karbon. Kohle u. Erz 28 (22/23), ss. 623-628, 1931.

[3] Bogacz W.: Tektonika utworów karbonu produktywnego okolic Jastrzębia w Rybnickim Okręgu Węglowym. Rozpr. doktorska, Arch. Bibl. AGH, Kraków 1978.

[4] Borowski J., Piłat T., Urbański Z.: Występowanie pstrych utworów w karbonie kopalni Zofiówka, Przegląd Górniczy nr 7-8, ss. 299-305, 1966.

[5] Chmura K., Kucytowski Z., Kempa S.: Analiza zmienności węgli w złożu na tle niektórych parametrów jakościowych, Przegląd Górniczy nr 12, s. 565-574, 1970.

[6] Damberger J.: Ein Nachweis der Abhängigkeit der Inkohlung von der Temperature, Brennstoff-Chemie 49, ss. 73-77, 1968.

[7] Dopita M., Zeman J.: Uwęglenie pokładów w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, Kwart. Geologiczny, T.II, nr 3 ss. 565-575, 1958.

[8] Duźniak S., Gabzdyl W., Kapuściński T., Staniek L.: Rodzaje przeobrażeń węgli i skał na kontakcie z intruzją w jednej z kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, Mat. Sympoz. nt. "Wybrane zagadnienia z petrografii węgla", AGH Kraków, 1976.

[9] Gabzdyl W.: Przejawy metamorfizmu kontaktowego w kopalni Jastrzębie, Zeszyty Naukowe Pol. Śl. z. 12, ss. 107-121, 1964.

[10] Gabzdyl W.: Charakter facjalny i budowa petrograficzna pokładów węglowych i skał towarzyszących w kopalni Jastrzębie, Rozpr. doktorska, Bibl. Gł. Pol. Śl. Gliwice 1966.

[11] Gabzdyl W.: Wybrane zagadnienia z petrografii węgla. Węgiel jako skała i surowiec, skrypt Pol. Śl. nr 803, 1978.

[12] Gabzdyl W.: Przewodnik do ćwiczeń mikroskopowych z petrografii węgla. skrypt Pol. Śl. nr 1015, 1981.

[13] Gabzdyl W.: Petrografia węgla, skrypt Pol. Śl. nr 1184, 1984.

[14] Gabzdyl W., Dudziak T., Tomica J.: Przejawy wulkanizmu w strefie nasunięcia michałkowickiego i fałdu orłowskiego w NW - części GZW, Przegląd geologiczny nr 3, ss. 139-142, 1969.

[15] Gabzdyl W., Smolińska U.: Charakterystyka petrofraficzna węgli koksowych z południowej części ROW, Mat. konf. nauk. -techn. NOT, ss. 49-58, Katowice 1969.

[16] Gabzdyl W., Wilk A.: Drobnopasemkowe węgle włókniste z Kopalni Janina (GZW), kwart. Geol. T. 25, nr 2, ss. 301-310, 1981.

[17] Guennel G.K., Neavel R.G.: Paper Coal in Indiana, Science 129, ss. 1671-1672, 1959.

[18] Hamberger K.: Nomenklatura w petrografii i klasyfikacji węgla, Mat. sympozj. nt. "Wybrane zagadnienia z petrografii węgla", ss. 7-8, AGH Kraków. 1976.

[19] Hanak B.: Petrograficzna charakterystyka węgli koksowych z kopalni "Moszczenica" dla określenia ich wzbogacalności, Rozpr. doktorska, Bibl. Gł. Pol. Śl. Gliwice 1975.

[20] Jeromin J.W., Lebiediew W.W., Cykariew D.A.: Petrografija i fiziczeskije swojstwa uglej, Izd. Niedra, Moskwa 1981.

[21] Kempa S.: Analiza wpływu niektórych czynników geologicznych na wybrane własności fizykochemiczne węgli w południowo-wschodniej części ROW. Rozpr. doktorska, Bibl. Gł. Pol. Śl. Gliwice 1974.

[22] Kossuth S.: Geograficzne rozmieszczenie typów węgla w pokładach siodłowych w Zagłębiu Górnośląskim, Przegląd Górniczy nr 5, ss. 234-242, 1957.

[23] Kotański Z., Sokołowski J.: Podstawowe zasady i metody geologicznej kartografii wgłębnej, Wyd. Geol. Warszawa 1971.

[24] Kotas A.: Wpływ warunków termodynamicznych metamorfizmu substancji organicznej na własności technologiczne węgla, Mat. sympozj. nt. "Wybrane zagadnienia z petrografii węgla", AGH, Kraków 1976.

[25] Kotas A., Buła Z., Gądek S., Kwarciński J., Malicki R.: Mapy jakości węgla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, Mat. sympozj. nt. "Geologia formacji węglonośnych Polski", AGH, Kraków 1982.

[26] Kowalski W.: Petrografia petrych utworów górnośląskiej serii piaskowcowej (namur dolny) Rybnickiego Okręgu Węglowego, Zeszyty Naukowe AGH, t.3, z.1, Kraków 1977.

[27] Kröger C., Klatt M.: Isolierung und Eigenschaften der Gefügebestandteile von Saarkohlen. Glückauf 98, nr 7, ss. 398-406, 1962.

[28] Kruszewska K.: Stopień przeobrażenia egzynitu w węglach koksujących południowej części Rybnickiego Okręgu Węglowego, Rozpr. habilitacyjna, Prace GIG, seria dodatkowa, Katowice 1974.

[29] Kuhl J.: Koks geologiczny (naturalny) z kopalni Jastrzębie-Moszczenica w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, Przegląd Górniczy nr 1, ss. 40-46, 1963.

[30] Kuhl J., Gon-Dzi-Cun: Harzkohlen im Steinkohlenbecken von Górny Śląsk, Freiberger Forschungshefte, Heft C 242, Freiberg 1969.

[31] Kuhl J., Widawska-Kuśmierska J.: Skład substancji mineralnej węgla i jego wpływ na procesy utylizacji, Konwersat. analityczne GIG nt. "Metody analityczne badania surowców węglowych", Katowice 1978.

[32] Kwiecińska B.: Węgle skoksowane z Zagłębia Wałbrzyskiego, Prace Mineralogiczne PAN nr 9, 1967.

[33] Lipiarski I.: Litologia pokładów węgla i petrografia węgla złoża Słupiec w Sudeckim Zagłębiu Węgla Kamiennego, Prace Geol. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie, 102, ss. 35-42, 1976.

[34] Łapo A.W.: Parageneticzeskije asocjacii mikrokomponentow w jurskich uglach Tuwy. Dokł. AN SSSR, Litologija, T. 221, nr 5, ss. 1174-1176, Moskwa 1975.

[35] Mielecki T.: Zależność niektórych własności technologicznych węgla kamiennego od ilości i jakości popiołów (substancji mineralnej), Rozpr. doktorska, Bibl. Gł. Pol. Śl. Gliwice 1960.

[36] Petranek J., Dopita M.: Projevy vulkanismu v sedlovem pasmu w ostravsko-karvinskem reviru. Prirodovedecky sbornik ostravskeho kraje XV 2/3, Ostrava 1954.

[37] Petrascheck W.: Die Metamorphose der Kohle und ihrer Einfluss auf die Sichtbaren Bestandteile derselben. Sitzungsberichte OA der Wissen. Abt. I-Biologie, Mineralogie, Erdkunde 156, Bd 7 u.8, ss. 375-444, Wien 1947.

[38] Połovnikova I.A., Sarbiejeva L.I., Silina N.P., Batova G.I.: O bitumoidach fuzenov metamorficzeskovo rjada uglej Donieckovo Basiejna, Chimija tvierdovo topliva, nr 2, ss. 10-16, Moskwa 1981.

[39] Probierz K.: Zmienność jakości węgla w złożach kopalń Borynia, Manifest Lipcowy i XXX-lecia PRL na tle budowy petrograficznej pokładów, Rozpr. doktorska, Bibl. Gł. Pol. Śl. Gliwice 1982.

[40] Roga B.: Kopalne paliwa stałe, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1958.

[41] Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebr. Borntraeger, Berlin - Stuttgart 1975, 1982.

[42] Stopa S.Z.: Hipostratotyp warstw rudzkich karbonu krakowsko-śląskiego okolicy Jastrzębia, Spraw. z pos. Kom. Nauk.-Geol. PAN T.XXI/2. ss. 109-111, Kraków 1977.a.

[43] Stopa S.Z.: Profil stratygraficzny warstw Załęskich w okolicy Żor, Mat. sympozj. nt. "Stratygrafia węglonośnej formacji karbońskiej w Polsce", ss. 8-9, Sosnowiec 1977 b.

[44] Szwermer R.: Zmiany technologicznych typów węgli ze wzrostem głębokości w GZW, Rozpr. doktorska, Bibl. Gł. Pol. Śl. Gliwice 1974.

[45] Teichmüller M., Teichmüller R.: Geological aspects of coal metamorphism. In: Murchison D.G. and Westoll T.S. (eds). Coal. and Coal-bearing strata, ss. 233-267, Oliver and Boyd. Edinburgh 1968.

[46] Wagner M.: Charakter petrologiczny węgla kamiennego z petrych utworów górnego karbonu południowej części ROW. Zeszyty Naukowe AGH, Geologia, Kraków t. 9 z.4, 1983.

[47] Zarembińska J.: Przydatność kryteriów petrograficznych do oceny jakości polskich węgli stosowanych w przemyśle koksowniczym i ich klasyfikacja, Koks, Smoła, Gaz, nr 6, ss. 184-188, Zabrze 1978.

[48] Ziółkowski J.: Własności koksownicze macerałów węgli humusowych, Prace GIG, seria A, Komunikat nr 237, Katowice 1959.

Recenzent: Doc. dr inż. Kazimierz Matl

Wpłynęło do Redakcji w maju 1985 r.

ИЗМЕНЧВОСТЬ КАЧЕСТВА УГЛЯ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ШАХТ "БОРЫНЯ" "МАНИФЕСТ ЛИПЦОВЫ" И "XXX - ЛЕЦЕ ПРЛ" (РОВ) НА ФОНЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПЛАСТОВ

Р е з ю м е

В работе определены направления изменений качества коксирующего угля в ЮЗ - части Верхнесилезского Угольного Бассейна на основании его петрогафического строения и геологических условий выступания пластов. Показано, что исследуемый уголь характеризуется похожей степенью метаморфизма (R^o_{cp} = 0,96 - - 1,14%) при значительной дифференциации главных параметров качетсва выход летучих веществ V^{daf} = 25,5-32,2%, спекаемость по Роге RI = 66-80 дилатация b = +77 - +225%) а также петрографического состава |Vt = 46-65%, E = 5-14%, I = 17-32% . Не обнаружено видимых зависимостей изменения параметров качества угля с литологической изменчивостью в вертикальном профиле. Указано однако на некоторую зависимость между литологическим характером кровли пластов а выходом летучих веществ . Часто увеличенной участю песчанников в кровли сопуствует уголь с повышенным выходом летучих веществ. Не обнаружена согласованность течения изоволи с геологическим строением (за исключением шахты "Борыня") . Обнаружено, что основное влияние на качество исследуемых углей имеет петрографическое строение пластов. В пластах исследуемого сектора определены зоны углей отличающиеся качеством и петрографическим составом. Уголь из зон повышенной спекаемости и дилатации характеризуется большим количеством витринита и кутинитового кларита при одновременном низком количестве тримацерита. Уголь из зон низкой спекемости и дилатации, имеющий большой процент инертинита, имеет много тримацерита при низком проценте витринита и кутинитового кларита. Наличие экзинита существенным образом влияет на выход летучих веществ. В некоторых углях с большим процентом летучих веществ (V^{daf} = 32,2%, R^o_{cp} = 0,96%) обнаружены фузиниты импрегнированные флуорезирующим битумическим веществом (резинитом?).

COAL QUALITY VARIATIONS IN THE "BORYNIA" "MANIFEST LIPCOWY", AND "XXX--lecia PRL" COAL MINES (THE RYBNIK COAL REGION) ON THE BACKGROUND OF THE PETROGRAPHIC STRUCTURE OF THE SEAMS

S u m m a r y

The trends in quality variations of coking coals in the SW- part of the Upper Silesia Coal Basin have been distinguished and interpreted on the background of the geological conditions of the occurence of seams. The coking coal occuring in the study area differs insignificantly in rank ($R_m$oil = 0,96-1,14%) yet shows marked differences in quality (volatile matter V^{daf} = 25,5-32,2%, caking ofter Roga RI = 66-80, dilatation b = + 77 - - +225%) and petrographic composition (V=46-65%, E = 5-14%, I = 17-32%). No clear relation between the changes in parameters of quality and litholo-

gical variation in the geological profile has been found. However, a certain relation between the lithological character of the bed roofs and the V^{daf} content has been shown. Most frequently, the increased percentage of sandstones in the roof is accompanied by coal with increased V^{daf} content. No conformity of the course of isovols with the geological structure has been shown (except the area of "Borynia"). However it has been found that the quality of coals is primarily affected by the variable petrographic structure of seams. Coal seams contain zones widely differing in coal quality and petrographic composition. The coals from the zones with high RI and b values is characterized by a high percentage of vitrite and cutinite clarite with a low percentage of trimacerite while in zones poorer RI and b trimacerite is dominant components. Percentage of vitrite and cutinite clarite is low. The percentage of exinite affects markedly the V^{daf} content. In some coals, with a high percentage of volatile matter (V^{daf} = 32,2%, $R_m$oil = 0,96%) fusinites impregnated with fluorescing bituminous substance (resinite) have been found.