

Leonard M. MASTELLA, Bernard KOISAR

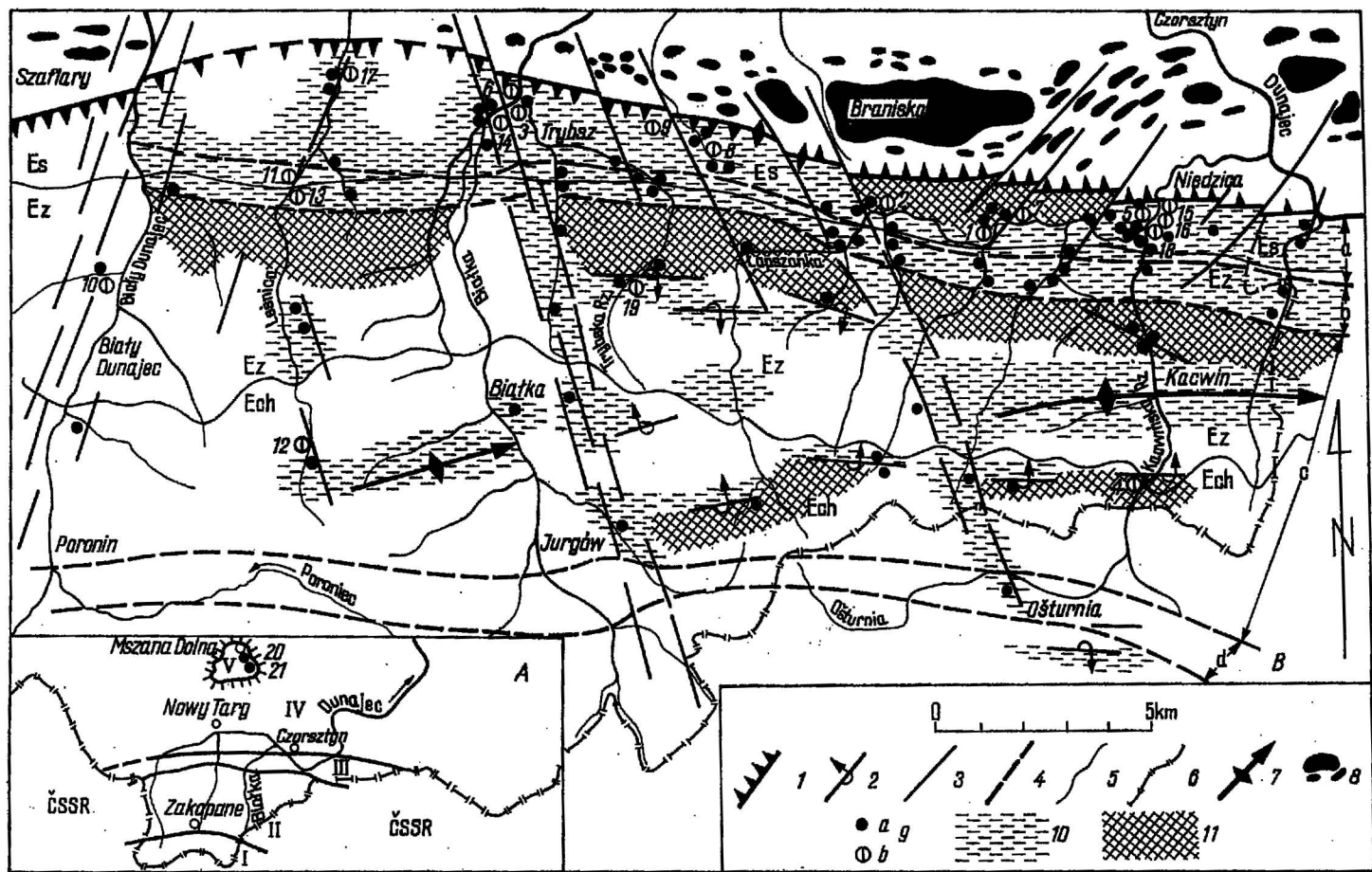
## Związek objawów bitumiczności fliszu z budową tektoniczną wschodniego Podhala

### WSTĘP

Różnorodne objawy bitumiczności fliszu podhalańskiego opisywane są od lat. Ślady ropy naftowej wykryto w wierceniu na Antałówce w Zakopanem (A. Sławiński, 1961a; S. Sokołowski, 1959). Autorom znane są wypadki zatruc gazem ziemnym wydobywającym się przy kopaniu studzien w utworach fliszu. Przez blisko miesiąc wydzielał się gaz z odwiertu w okolicy Poronina (A. Sławiński, 1961b) w strefie osiowej synklinorium. Podobne wydzielanie gazu obserwowano w Białym Dunajcu (T. Macioszczyk, 1959). Zwracano także uwagę (L. Watycha, 1968) na bitumiczny zapach warstw szaflarskich i liczne wystąpienia asfaltytów we fliszu na wschodnim Podhalu. O asfaltytach wspomina również P. Karnkowski (1960) i S. Sokołowski (1973), oceniając przesłanki występowania złóż ropy w tym regionie. Jak wynika z analizy asfaltytów i śladów ropy naftowej (J. Calikowski, B. Gondek, K. Szpanier, 1968; 1973), bitumiczność fliszu podhalańskiego jest wynikiem bitumizacji, która nastąpiła prawdopodobnie wskutek migracji tych substancji z podłoża.

Zagadnienie bitumiczności fliszu omawiają liczni autorzy, przede wszystkim pod kątem litologii (L. Watycha, 1968). W niniejszym artykule autorzy położyli główny nacisk na związki zachodzące pomiędzy bitumicznością fliszu podhalańskiego a jego budową tektoniczną. Badaniem objęto głównie wschodnią część Podhala (fig. 1), gdyż w tej części zostały przeprowadzone dokładne badania tektoniczne (L. Mastella, 1975) oraz szczegółowe obserwacje bitumiczności utworów fliszu zarówno przez nas, jak i przez innych autorów (J. Calikowski, B. Gondek, K. Szpanier, 1968; L. Watycha, 1968). Dodatkowe badania przeprowadzono w kilku innych miejscach Podhala oraz w okolicach Mszany Dolnej (fig. 1).

Autorzy dziękują doc. drowi hab. W. Jaroszewskiemu za dyskusje i pomoc przy opracowywaniu problemu.



## ZARYS TEKTONIKI WSCHODNIEGO PODHALA

Badany teren jest wschodnią częścią północnego skrzydła synklinorium podhalańskiego zbudowanego z utworów fliszowych wieku oligoceńskiego (J. Blaicher, 1973). Południową granicę synklinorium stanowi północny brzeg Tatr, a północną — tektoniczny kontakt z pasem skałkowym. Do głównego równoleżnikowego kierunku synklinorium dostosowują się struktury niższego rzędu, tworząc szereg równoleżnikowych stref tektonicznych (B. Halicki, 1963; L. Mastella, 1975): I — strefę kontaktu fliszu podhalańskiego z pienińskim pasem skałkowym; II — strefę fleksury przypienińskiej; III — strefę warstw o małych upadach; IV — strefę osiową synklinorium.

Kontakt fliszu podhalańskiego z pienińskim pasem skałkowym jest wąską strefą dyslokacyjną, wzdłuż której zawsze zrzucone są, znajdujące się w południowym skrzydle, utwory fliszu podhalańskiego. Kontakt ten w części wschodniej i środkowej badanego terenu ma charakter uskoku odwróconego, a w części zachodniej uskoku normalnego (fig. 1, 2). Kontakt poprzecinany jest licznymi uskokiemi skośnymi. W uskokach na zachód od Braniska zrzucone są skrzydła zachodnie, a na wschód od tego masywu skrzydła wschodnie.

Północna granica strefy fleksury przypienińskiej przebiega około 1,5 km na południe od kontaktu i jest mniej więcej równoległa do niego. Strefa ta zbudowana jest z jednej fleksury lub rzadziej kilku dużych fleksur, przechodzących miejscami w uskoki odwrócone. We fleksurach i uskokiach zrzucone są skrzydła południowe, a sumaryczny zrzut jest rzędu kilkuset metrów. Powstanie strefy fleksur można wiązać z działaniem uskoku odwróconego w podłożu (fig. 2).

Fig. 1. Mapa lokalizacyjna terenu badań (A) oraz rozmieszczenie objawów bitumizacji we fliszu wschodniego Podhala (B)

Location of the work area (A) and distribution of bitumens shows in the eastern Podhale flysch

I — Tatry; II — flisz podhalański; III — pieniński pas skałkowy; IV — płaszczowina magurska; V — okno Mszany; 1 — kontakt fliszu podhalańskiego z pienińskim pasem skałkowym; 2 — większe dyslokacje o charakterze uskoków odwróconych; 3 — większe dyslokacje o charakterze uskoków normalnych; 4 — granice równoleżnikowych stref tektonicznych; a — strefa kontaktu z pienińskim pasem skałkowym, b — strefa fleksury przypienińskiej, c — strefa warstw o małych upadach, d — strefa osiowa synklinorium; 5 — granice ogniw litostratigraficznych: Es — warstwy szafiarskie, Ez — warstwy zakopiańskie, Ech — warstwy chochołowskie; 6 — granica państwa; 7 — przybliżony przebieg osi większych antyklin (strzałka wskazuje kierunek nachylenia osi); 8 — schematycznie zaznaczone skałki i większe masywy skałkowe w pienińskim pasie skałkowym; 9 — obszary występowania asfaltitów (a — miejsca pobrania próbek, b — miejsca i numery próbek pobranych do analizy geochemicznej); 10 — obszary występowania skał o zapachu bitumicznym; 11 — obszary występowania śladów ropy naftowej

I — Tatra Mountains; II — Podhale flysch; III — Pieniny klippen belt; IV — Magura nappe; V — Mszana window; 1 — contact between the Podhale flysch and the Pieniny klippen belt; 2 — major dislocations of the reverse fault type; 3 — major dislocations of the normal fault type; 4 — boundary of E-W tectonic zones; a — contact zone with the Pieniny klippen belt, b — Peripieniny flexure zone, c — zone of small dips, d — axial zone of the synclinorium; 5 — boundaries of lithostratigraphic members: Es — Szafiary beds, Ez — Zakopane beds, Ech — Chochołów beds; 6 — state border; 7 — approximate position of major anticlines axes (arrow indicates the plunge of the axes); 8 — generalized outline of klippen and major klippen bodies in the Pieniny klippen belt; 9 — asphaltites occurrences (a — sampling sites, b — sites and numbers of samples collected for geochemical analysis); 10 — occurrences of rocks of bituminous smell; 11 — oil shows

Strefa warstw o małych upadach w części wschodniej — w okolicy Kacwina — wykształcona jest jako szerokopromienny fałd, którego część synklijalna graniczy z fleksurą przypienińską, a część antyklijalna ze strefą osiową synklinorium. W przedłużeniu antykliny, w części zachodniej występuje pas warstw o upadach około  $5^\circ$ . Na całej długości strefa warstw o małych upadach oddzielona jest od strefy osiowej synklinorium szeregiem uskoków odwróconych o zrzuconych skrzydłach południowych. Podobnie w części zachodniej omawiana strefa oddzielona jest od fleksury przypienińskiej uskokami odwróconymi, ale o zrzuconych skrzydłach północnych. W partiach centralnych omawianej strefy znacznie zwiększa się gęstość spękań ciosowych (L. Mastella, 1972).

Strefa osiowa synklinorium charakteryzuje się dużą zmiennością położenia warstw i nagromadzenia długich form fałdowych, powstałych w wyniku stłoczenia warstw w tej części synklinorium.

Równoleżnikowe strefy tektoniczne przecięte są kilkoma dużymi strefami uskokowymi o przebiegu w przybliżeniu południkowym. Najwyraźniejsza jest strefa uskokowa Jurgów—Trybsz (fig. 1) o charakterze uskoku nożycowego. Podobne strefy uskokowe przebiegają wzdłuż linii Branisko—Osturnia i wzdłuż rzeki Biały Dunajec oraz, być może wzdłuż rzeki Leśnicy, a także wzdłuż potoku Cichego (J. Gołąb, 1959) na zachodnim Podhalu. Powstanie tych stref należy wiązać z działaniem uskoków w podłożu (L. Mastella, 1975). Budowa geologiczna Podhala, podobnie jak i całych fliszowych Karpat wewnętrznych (T. Buday, 1967) jest odbiciem pionowej ruchliwości bloków podłoża.

## OBJAWY BITUMICZNOŚCI NA WSCHODNIM PODHALU

Zapach bitumiczny jest najpowszechniej występującym objawem bitumiczności skał fliszowych. Intensywny zapach bitumiczny łatwo wyczuwa się w piaskowcach przy kontakcie z pienińskim pasem skałkowym oraz przy północnej granicy fleksury przypienińskiej. Nieco słabszy zapach bitumiczny wykazują warstwy przy kontakcie przed masywem Braniska, w miejscu gdzie powierzchnia kontaktu ma charakter uskoku odwróconego (fig. 1). Zapach bitumiczny posiadają także piaskowce w okolicy Kacwina, w miejscu gdzie występują partie przegubowe wynurzającej się tu antykliny (fig. 1. 2). Zapach bitumiczny towarzyszy również warstwom w pobliżu dużych, poprzecznych stref uskokowych. Niezależnie od stref tektonicznych zapachem tym odznaczają się brekcje oraz materiał zmylonityzowany wypełniający szczeliny uskoków, zwłaszcza w strefie fleksury przypienińskiej.

Ślady ropy naftowej to najczęściej szybko ulatniające się plamy na nie zmineralizowanych powierzchniach spękań ciosowych. Rzadziej plamy takie, towarzyszące asfaltytom, spotykane są na powierzchniach ślizgowych w strefach uskokowych lub na tektonicznych łustrach śródwarstwowych. Obserwowano również kropelki ropy w geodach kalcytu, częściowo wypełniającego niektóre szczeliny ciosowe, a także w próżniach w obrębie brekcji tektonicznych lub w spękaniaach dolomitów.

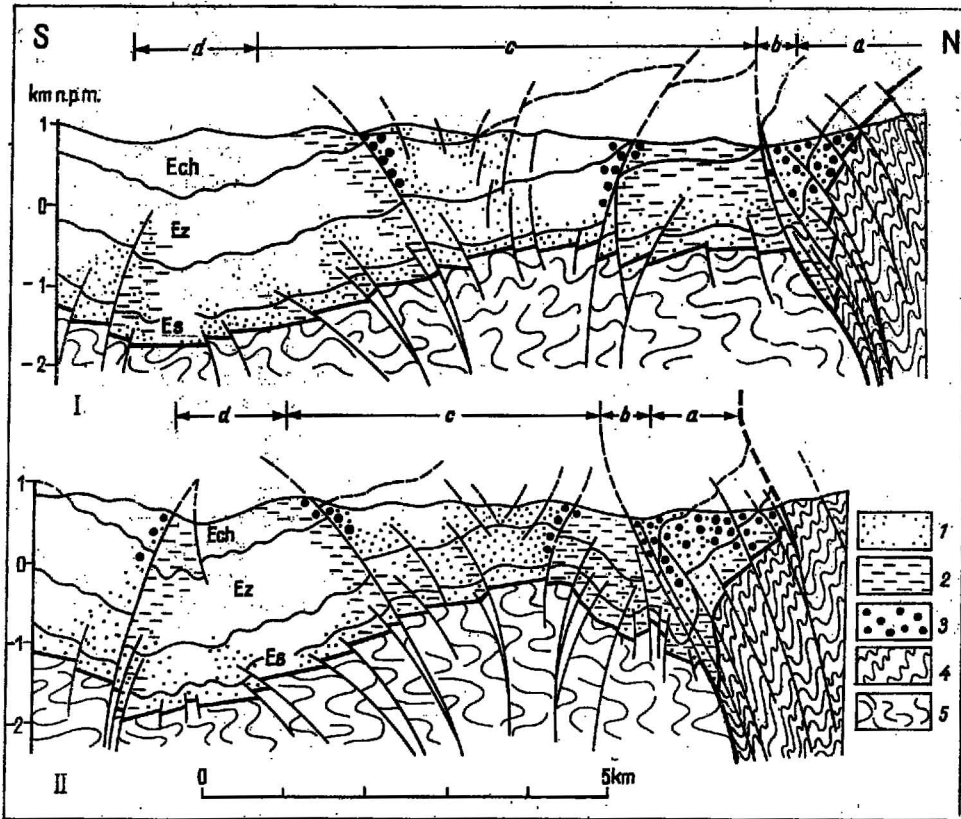


Fig. 2. Przekroje geologiczne przez wschodnią część północnego skrzydła synklinorium podhalańskiego

Geological sections across the eastern part of the northern limb of the Podhale synclinorium

I — przekrój wzdłuż Trybskiej Rzeki; II — przekrój wzdłuż Kacwińskiej Rzeki (nad przekrojami oznaczono zasięg równoleżnikowych stref tektonicznych — patrz objaśnienia do fig. 1); 1 — skały o zapachu bitumicznym; 2 — skały ze śladami ropy naftowej; 3 — asfaltyty; 4 — pieniny klippen belt; 5 — podłoże fliszu podhalańskiego; oznaczenia wydzieleni ogniw litostratigraficznych jak na fig. 1, dodatkowo wydzielono dolne ogniwo warstw szaflarskich

Ślady ropy naftowej na spękaniach ciosowych związane są z pasem występującym na południe od fleksury przypienińskiej oraz z niewielkim obszarem na południe od kontaktu, przed masywem Braniska (fig. 1). W obu przypadkach są to skrzydła zrzucone uskoku odwrotzonych. Wydaje się prawdopodobne, że wskutek ruchu uskoku nastąpiło zaciśnięcie spękań ciosowych i zamknięcie migrującej przez nie ropy. Ślady ropy w próżniach w obrębie brekcji tektonicznych i na śródwarstwowych powierzchniach ślizgowych związane są ze strefą fleksury przypienińskiej, a także z dużymi strefami uskoku o przebiegu południkowym, rzadziej ze strefą dyslokacyjną kontaktu (fig. 1).

Asfaltyty występują w dwu, różniących się jedynie makroskopowo, postaciach. Najczęściej występują w postaci wkładek (tabl. I, fig. 4) na ogół w spagowych partiach ławic piaskowców lub jako wypełnienia szczelin w sferodolomitach. Miąższość wkładek asfaltytowych w odrębie piaskowców waha się od kilku milimetrów do około 10 cm. Zwykle występowanie wkładek asfaltytowych jest niezależne od nagromadzeń szczątków roślinnych. W tej postaci asfaltyty są czarną, kruchą substancją o przełamie muszlowym, w której często znajdują się automorficzne kryształki kwarcu (tabl. I, fig. 5).

Odmianą makroskopowo postacią są rozrtae tektonicznie asfaltyty tworzące na powierzchniach ślizgowych doskonale polerowane lustra tektoniczne.

Asfaltyty w obrębie ławic piaskowców przywiązane są głównie do strefy kontaktu pasa skałkowego z fliszem podhalańskim. Tak na przykład w 800 m profilu rzeki Niedziczanki stwierdzono 41 wkładek asfaltytowych. Natomiast nieliczne wkładki asfaltytowe występują w strefie warstw o małych upadach. Asfaltyty na lustrach tektonicznych występują w obrębie wszystkich większych stref tektonicznych. Zdarzają się także wkładki asfaltytowe w piaskowcach występujących w obrębie stref uskokowych. Ogółem z terenu Podhala pobrano 200 próbek asfaltytów, z których 19 wytypowano do badań geochemicznych. Dodatkowo zbadano dwie próbki pobrane z wkładek asfaltytowych z okolic Mszany Dolnej w Karpatach zewnętrznych (fig. 1).

#### WŁASNOŚCI GEOCHEMICZNE ASFALTYTÓW I SUBSTANCJI TOWARZYSZĄCYCH

W celu wstępnego rozdzielenia związków organicznych wchodzących w skład asfaltytów zastosowano ekstrakcje heptanem i chloroformem, co zapewniło szeroki zakres rozpuszczalności smół i trudnolotnych substancji bitumicznych. Z każdej próbki asfaltytu otrzymano ekstrakt heptanowy i chloroformowy oraz nierozpuszczalną pozostałość, którą spalono, co pozwoliło na określenie zawartości węgla i substancji palnych. Otrzymany w wyniku spalania popiół poddano działaniu wody i oznaczono pH roztworu (tab. 1).

Uzyskane dane o zawartości węgla w poszczególnych próbach asfaltytów pozwalają ustalić procentową zawartość poszczególnych ekstraktów względem masy węgla, a nie całkowitej masy próby. Zwiększa to porównywalność wyników, gdyż nie uwzględnia się w tym przypadku zawartości niedostatecznie odseparowanych elementów mineralnych.

Heptanowe ekstrakty związków organicznych poddawano dalszemu rozdziałowi w kolumnie wypełnionej żelazem krzemionkowym o wielkości ziaren 100 ÷ 200 mesh. Jako eluenty stosowano heksan, benzen i eter w różnych stosunkach. Ekstraktów chloroformowych, stanowiących skomplikowaną mieszaninę związków organicznych, dalej nie rozdzielano. Dla otrzymania frakcji ekstraktów heptanowych i chloroformowych wykonano widma w podczerwieni, co pozwoliło na podział otrzymanych związków (fig. 3). Badane ekstrakty składają się z:

1. Węglowodorów alifatycznych i naftenowych; brak pasma absorpcji



Tabela 1

Zawartość frakcji heptanowej i chloroformowej względem masy próbki i masy węgla

Numer próbki	pH roztworu	Zawartość frakcji heptanowej względem masy próbki w %	Zawartość frakcji heptanowej względem masy C w %	Zawartość frakcji chloroform. względem masy próbki w %	Zawartość frakcji chloroform. względem masy C w %	Masa C zawartego w próbce w g
1	11-12	8,79	9,07	3,89	4,01	0,133
2	7	7,90	8,40	2,81	2,90	0,164
3	12	0,93	1,17	2,06	2,58	0,133
4	7	0,39	1,21	0,26	0,80	0,063
5	7-8	—	—	—	—	0,022
6	7	0,42	0,88	2,10	4,43	0,113
7	7	1,52	3,43	1,90	4,29	0,140
8	13	2,61	5,03	3,40	6,55	0,134
9	10	0,21	0,24	0,40	0,46	0,070
10	7	0,24	0,25	1,15	1,23	0,096
11	7	—	—	0,32	0,39	0,120
12	7	1,20	1,33	6,34	6,99	0,123
13	7	—	—	0,13	0,74	0,029
14	7	—	—	0,25	0,88	0,028
15	7	—	—	0,49	0,58	0,099
16	7	—	—	2,06	2,30	0,098
17	7	—	—	0,42	0,57	0,084
18	7	—	—	1,97	2,32	0,096
19	7	—	—	1,17	2,55	0,059
20	11	0,20	0,24	0,37	0,42	0,081
21	7	0,40	0,48	1,06	1,24	0,150

charakterystycznych dla grup funkcyjnych i wiązań wielokrotnych; temperatura wrzenia w granicach  $200 \div 250^{\circ}\text{C}$ ;

2. Węglowodorów olefinowych i aromatycznych; brak pasm absorpcji dla grup funkcyjnych zawierających heteroatomy;

3. Tlenowych, azotowych i siarkowych pochodnych węglowodorów.

Podobne wyniki podawane są dla strefy przypienińskiej przez J. Calikowskiego, B. Gondek, K. Szpanier (1968). Stwierdzono brak związku między zawartością  $C_{org}$  w próbce a ilością bituminów wyekstrahowanych chloroformem, mimo iż chloroform wykazuje dużą zdolność rozpuszczania bituminów przy równoczesnym braku selektywności. Uwzględniając uwagi A. Wachala (1970) trudno jest zastosować zalecany przez innych badaczy (I. I. Ammosow, W. I. Gorszkow, 1969; J. Calikowski, B. Gondek, K. Szpanier, 1968; G. T. Philipp, 1964) uproszczony wskaźnik charakterystyki substancji organicznej, na którego podstawie przyjęło się sądzić o stopniu zmetamorfizowania substancji organicznych. Procentowy stosunek zawartości bituminów wyekstrahowanych chloroformem do zawartości substancji organicznej obarczony jest błędem, gdyż chloroform

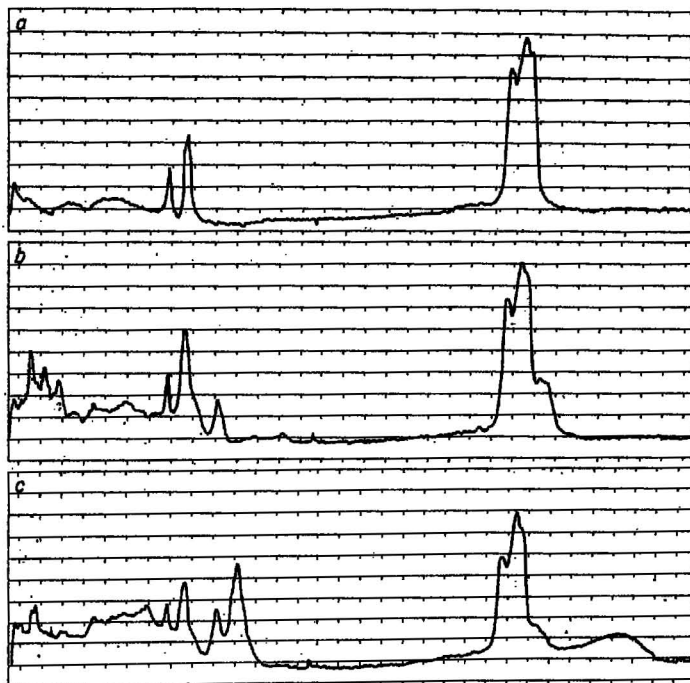


Fig. 3. Widma podczerwieni ekstraktów heptanowych

Infrared spectra of heptane extracts

asfaltyty: a — pasma 2850—2950 CH alifatyczne, pasma 1380, 1470 CH alifatyczne; b — pasma 3060—3020 CH olefinowe, 2850—2950 C—H alifatyczne, 1620 i 1470 C=C aromatyczne, olefinowe, 1380 CH alifatyczne; mieszanina węglowodoru olefinowego z aromatycznym: c — pasma 3350—3500 OH lub NH, 3050 CH olefinowe, aromatyczne, 1720 (z kilkoma przegięciami) C=O, 1610, 1470, 1450 C=C — aromatyczne

asphaltites: a — 2850—2950 CH aliphatic bands, 1380 bands, 1470 CH aliphatic bands; b — 3060—3020 C—H olefin bands, 2850—2950 C—H aliphatic bands, 1620 and 1470 C=C aromatic bands, olefin bands; 1380 CH aliphatic bands; mixture of olefin and aromatic hydrocarbons: c — 3350—3500 OH or NH bands, 3050 CH olefin bands, aromatic bands, 1720 (with several inflections) C=O bands, 1610 bands, 1470 bands, 1450 C=C aromatic bands

nie jest idealnym rozpuszczalnikiem bituminów, co można wykazać na przykładzie procentowej zawartości frakcji heptanowych otrzymanych z próbek 1, 2, 4 (tab. 1). Dlatego uzyskane tą drogą wnioski o stopniu zmetamorfizowania substancji organicznych są błędne.

Analizując skład popiołów otrzymanych ze spalania substancji nierozpuszczalnych w chloroformie i heptanie w powiązaniu z lokalizacją miejsc pobrania próbek (fig. 1) otrzymujemy następujący obraz:

— próbki ze strefy kontaktu fliszu z pasem skałkowym w zdecydowanej większości zawierają automorficzne kryształki kwarcu (np. próbki 1, 2, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17);

— próbki z fleksury przypienińskiej nie zawierają automorficznych kryształków kwarcu (próbki 11, 13);

— w słabo opróbowanej strefie warstw o małych upadach automorficzne kryształki kwarcu stwierdzono w próbkach 10 i 12.



Obecność automorficznego kwarcu w próbkach 12 i 17 oraz silne okruszczowanie siarczkami próbek 11, 12, 13, 17 można wiązać z przypuszczalnymi dyslokacjami wzdłuż doliny rzeki Leśnicy (fig. 1). Dyslokacjami tymi migrowałyby w utwory fliszu roztwory termalne od strony kontaktu z pasem skałkowym, jak i z podłoża fliszu. Podobnie zmineralizowane strefy uskokowe i pojedyncze większe dyslokacje wykazać można w nawiązaniu do próbek 1, 6, 7, 10, 14, 19. Wniosek o migracji dyslokacjami roztworów termalnych wraz z substancjami bitumicznymi wydaje się mieć bardziej ogólny charakter. Również w próbkach 20 i 21, pobranych ze stref uskokowych w okolicach Mszany Dolnej, wraz z asfaltytami występują automorficzne kryształki kwarcu i silne okruszczowanie siarczkami.

Zbadano pH roztworów wodnych popiołów, które utrzymuje się w granicach  $7 \div 8$  (tab. 1). Jedynie w próbkach 1 i 8 pH jest wyższe, mimo iż pod względem składu węglowodorów próbki te nie różnią się od pozostałych. Stwierdzono w nich występowanie białozółtej i brunatnej bezpostaciowej substancji parafinowej. Substancja ta, całkowicie rozpuszczalna w heptanie, charakteryzuje się następującymi własnościami: ciężar właściwy mniejszy od 1,0; temperatura topnienia w granicach  $50 \div 77^\circ\text{C}$ . Pod mikroskopem daje się zauważyć budowę łuseczkową. Substancję tę poddano analizie rentgenograficznej, która wykazała budowę krystaliczną. Podobne substancje parafinowe występują w próbce z okolicy Mszany Dolnej, jak również znane są z innych części Karpat (I. W. Gindberg, A. F. Korzinski, J. W. Maslakiewicz, N. A. Szwiad, 1969).

W celu odtworzenia warunków termalnych w strefach powstawania nagromadzeń asfaltytów ustalono temperaturę homogenizacji inkluzji w automorficznych kryształkach kwarcu. Inkluzje te zaliczyć należy do gazowo-ciekłych o temperaturze homogenizacji w granicach  $75 \div 100^\circ\text{C}$  dla fazy ciekłej. Inkluzje gazowe wypełnione są prawdopodobnie fazami gazowymi bituminów.

Niskie temperatury topnienia białej substancji towarzyszącej asfaltytom i niskie temperatury homogenizacji inkluzji gazowo-ciekłych wskazują na krystalizację kwarcu w niskotemperaturowych warunkach hydrotermalnych ze znacznie rozcieńczonych roztworów (por. Ł. Karwowski, A. Kozłowski, 1973; J. W. Maslakiewicz, 1967).

Brak metamorfizacji zarówno asfaltytów, jak i autogenicznych kryształów kwarcu oraz minerałów współwystępujących, a także zbliżone warunki temperaturowe tworzenia się pozwalają sądzić, że redepozycja asfaltytów odbywała się równocześnie z krystalizacją minerałów współwystępujących. Warunki, w których krystalizowały autogeniczne kwarcy z roztworu hydrotermalnego są więc zarazem wykładnikiem sytuacji fizyko-chemicznej powstawania substancji asfaltytowej przemieszczanej w roztworze.

## WNIOSKI

Jak podano na wstępie struktura tektoniczna omawianego terenu składa się z szeregu stref, które są względem siebie wypiętrzone bądź obniżone wzdłuż dużych dyslokacji uskokowych. Objawy bitumiczności

występują w ścisłym powiązaniu z przedstawionym planem budowy tektonicznej. Z obszarami wypiętrzonymi, silnie splekanymi związany jest tylko zapach bitumiczny. Natomiast ślady ropy naftowej występują tylko w obszarach obniżonych tektonicznie, szczególnie obficie w skrzydłach zrzucanych uskokuw odwróconych. W obniżonej i zafałdowanej strefie osiowej obserwuje się objawy gazoności. Występowanie asfaltytów przywiązane jest do stref uskokuwowych i ich bezpośredniego sąsiedztwa. Najliczniej asfaltyty występują przy kontakcie fliszu z pienińskim pasmem skałkowym i zanikają w miarę oddalania się od niego.

Powiązanie objawów bitumiczności z budową tektoniczną fliszu skłania do przyjęcia epigenetycznego charakteru jego bituminizacji. Wydaje się, że dogodne warunki tektoniczne umożliwiały migrację bituminów, w postaci roztworów hydrotermalnych, z podłoża do utworów fliszu.

Jak wynika z badań geochemicznych, asfaltyty odpowiadają pierwszemu etapowi mezokatagenezy w przedziale temperatur  $75 + 125^{\circ}\text{C}$ . Uruchomione w tym etapie niskotemperaturowe frakcje bituminów migrowały wzdłuż stref nieciągłości tektonicznej i koncentrowały się w ich sąsiedztwie w postaci asfaltytów w strefie przypowierzchniowej. Lżejsze frakcje bituminowe i gazowe mogły natomiast ulec rozproszeniu bądź zostały zatrzymane w pułapkach tektonicznych. Pułapki takie mogły powstać w obszarach obniżonych tektonicznie, będących skrzydłami zrzucenymi dużych uskokuw odwróconych. W obszarach tych zaciśnięcie szczelin spowodowało zamknięcie w nich migrującej ropy oraz utrudniło dalszą migrację bituminów. Na badanym terenie pułapki tego typu mogą znajdować się bezpośrednio na południe od fleksury przypienińskiej oraz w tej części strefy kontaktu fliszu podhalańskiego z pienińskim pasmem skałkowym, w której kontakt ten ma charakter uskoku odwróconego. Pułapki tektoniczne mogły również powstać w strefie osiowej synklinorium, gdzie liczne zafałdowania ułatwiały zapewne powstanie lokalnych pułapek gazu ziemnego.

Uruchomienie w procesie mezokatagenezy jedynie frakcji bituminów o podanym wyżej przedziale homogenizacji pozwala sądzić, że główne masy substancji bitumicznych tkwią nadal w podłożu oraz głębszych partiach fliszu.

Brak pozytywnych rezultatów poszukiwań złóż bituminów, sporadycznie prowadzonych we fliszu Karpat wewnętrznych, nie przemawia przeciwko występowaniu takich złóż w synklinorialnej strukturze fliszu podhalańskiego. Stłoczenie tej struktury oraz pocięcie uskokuwami odwróconymi przy jednocześnie dużej miąższości utworów fliszu (J. Gołąb, 1959; L. Watycha, 1968) stworzyło na tym obszarze większe niż w innych częściach Karpat wewnętrznych możliwości powstania pułapek tektonicznych dla złóż bituminów.

## PIŚMIENNICTWO

- BLAICHER J. (1973) — Mikrofauna fliszu podhalańskiego w otworze Zakopane IG-1. *Biul. Inst. Geol.*, 265, p. 105—130. Warszawa.
- BUDAY T. (1967) — Regionalni Geologie CSSR, 2, nr 2. Praha.
- CALIKOWSKI J., GONDEK B., SZPANIER K. (1968) — Geochemiczna charakterystyka bituminów fliszu podhalańskiego. *Kwart. geol.*, 12, p. 916—938, nr 4. Warszawa.
- CALIKOWSKI J., GONDEK B., SZPANIER K. (1973) — Zagadnienia genezy i migracji bituminów fliszu podhalańskiego w świetle badań geochemicznych materiału z otworu wiertniczego Zakopane IG-1. *Biul. Inst. Geol.*, 265, p. 333—349. Warszawa.
- GOŁĄB J. (1959) — Zarys stosunków geologicznych fliszu zachodniego Podhala. *Biul. Inst. Geol.*, 149, p. 225—239. Warszawa.
- HALICKI B. (1963) — Tektonika Podhala. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 33, p. 349—363, nr 3. Kraków.
- KARNKOWSKI P. (1960) — W sprawie roponośności fliszu podhalańskiego. *Nafta*, 16, p. 296—299, nr 11. Katowice.
- KARWOWSKI Ł., KOZŁOWSKI A. (1973) — Authigenic smoky quartz from the Famenian limestones at Łagów in the Holy Cross Mts. *Acta geol. pol.*, 23, p. 171—178, nr 1. Warszawa.
- MACIOSZCZYK T. (1959) — Niektóre problemy hydrogeologii źródeł zachodniego Podhala. *Prz. geol.*, 5, p. 372—375, nr 8. Warszawa.
- MASTELLA L. (1972) — Interdependence of Joint Density and Thickness of Layers in the Podhale Flysch. *Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Geol. Geogr.*, 20, p. 187—196, nr 3. Warszawa.
- MASTELLA L. (1975) — Tektonika fliszu we wschodniej części Podhala. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 45, nr 4. Kraków.
- PHILIPP G. T. (1964) — One the depth, time and mechanism of petroleum generation. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 29, nr 9. Oxford.
- SŁAWIŃSKI A. (1961a) — Na marginesie głębokiego wiercenia w Zakopanem. *Prz. geol.*, 9, p. 431, nr 8. Warszawa.
- SŁAWIŃSKI A. (1961b) — Gaz w Poroninie. *Prz. geol.*, 9, p. 330, nr 6. Warszawa.
- SOKOŁOWSKI S. (1959) — W sprawie poszukiwań geologicznych w regionie tatrzańskim. *Prz. geol.*, 9, p. 341—343, nr 8. Warszawa.
- SOKOŁOWSKI S. (1973) — Geologia paleogenu i mezozoicznego podłoża południowego skrzydła niecki podhalańskiej w profilu głębokiego wiercenia w Zakopanem. *Biul. Inst. Geol.*, 265, p. 5—76. Warszawa.
- WACHAL A. (1970) — Metody rozdzielania związków asfaltowo-żywicznych. *Nafta*, 26, p. 15—21, nr 1. Katowice.
- WATYCHA L. (1959) — Uwagi o geologii fliszu podhalańskiego we wschodniej części Podhala. *Prz. geol.*, 9, p. 350—356, nr 8. Warszawa.
- WATYCHA L. (1968) — Wstępna ocena warunków i możliwości powstania ropy naftowej w utworach wschodniej części fliszu podhalańskiego. *Kwart. geol.*, 12, p. 898—912, nr 4. Warszawa.
- АММОСОВ И. И., ГОРШКОВ В. И. (1969) — Взаимосвязь катагенеза и нефтегазоносности отложений Западно-Сибирской низменности В: Рассеянные включения угля в осадочных породах. Изд. Наука, стр. 5—80. Москва.
- ГИНДБЕРГ И. В., КОРЖИНСКИЙ А. Ф., МАСЛЯКЕВИЧ Я. В., ШВЕД Н. А. (1969) —

К исследованию природы новых редких органических минералов Закарпатья. Докл. АН СССР, 158, № 9. Москва.

МАСЛЯКЕВИЧ Я. В. (1967) — Угледородосодержащие включения в минералах постмагматических образований. В: Изучение геохимии глубинных растворов по угледородосодержащим реликтам и парагенезисам минералов. Серия: Геология и геохимия горючих ископаемых. Вып. 9, стр. 58—69. Киев.

---

Леонард М. МАСТЕЛЛА, Бернард КОИСАР

### СВЯЗЬ ПРОЯВЛЕНИЙ БИТУМИНОЗНОСТИ ФЛИША СО СТРОЕНИЕМ ВОСТОЧНОГО ПОДГАЛЬЯ

#### Резюме

Изучаемая территория является восточной частью северного крыла синклинали подгальского флиша, расположенного между Татрами и Пеннинской утесовой зоной (фиг. 1А). К широтному простиранию синклинали приурочен ряд тектонических зон низшего порядка (фиг. 1В), которые образовались, благодаря вертикальным движениям блоков основания флиша (фиг. 2). В отложениях подгальского флиша было описано залегание включений асфальтитов, признаков нефти и проявлений природного газа. Указывалось на эпигенетический характер этой битуминозности.

Авторами установлена тесная связь проявлений битуминозности с тектоническим строением подгальского флиша (фиг. 1, 2). Битумным запахом обладают породы в относительно приподнятых районах, сильно трещиноватых и вдоль больших сбросов меридионального простирания. Признаки нефти связаны со сжатыми трещинами отдельности на опущенных крыльях больших опрокинутых сбросов. Асфальтиты залегают в основном вблизи контакта с Пеннинской утесовой зоной и вдоль больших зон нарушений, встречаются в виде включений в песчаниках (таб. 1, фиг. 1), или растертыми на поверхности зеркал скольжения.

Битумное вещество состоит главным образом из алифатических, нафтеновых, олефиновых и ароматических углеводородов (фиг. 3). Кроме того асфальтитам сопутствует парафиновое вещество и автогенные кристаллики кварца гидротермального происхождения с инклюзиями битумов (таб. 1, фиг. 2). Это позволило установить, что переотложение асфальтитов происходило одновременно с кристаллизацией залегающих с ними минералов. Ввиду того, что асфальтиты соответствуют первому этапу мезокатагенеза, можно считать, что основные массы битумного вещества содержатся в основании и глубже залегающих частях флиша. Подвижные битумные фракции частично могли задержаться в тектонических ловушках в осевой зоне, в зоне припеннинской флексуры и на контакте с Пеннинской утесовой зоной.

---

Leonard M. MASTELLA, Bernard KOISAR

**RELATIONSHIP BETWEEN THE BITUMEN SHOWS IN THE FLYSCH  
AND THE STRUCTURE OF THE EAST PODHALE**

**S u m m a r y**

The work area forms the eastern part of the northern limb of the Podhale flysch synclinorium situated between the Tatra Mountains and the Pieniny klippen belt (Fig. 1A). A number of lower order tectonic zones (Fig. 1B) formed due to vertical movements of the blocks of the flysch basement (Fig. 2) follow the E — W direction of the synclinorium. Asphaltite intercalations, oil shows, and gas seepages have been reported from the Podhale flysch. The epigenetic nature of the bitumens has been pointed out.

The present authors found a close relationship between bitumen shows and the tectonics of the Podhale flysch (Figs. 1, 2). The bituminous smell has been noted in rocks in relatively uplifted areas, in heavily fractured rocks, and along big N — S faults. Oil shows are related to compressed joint fissures in the downthrown sides of big reverse faults. Asphaltites occur chiefly at the contact with the Pieniny klippen belt and along major fault zones as intercalations in sandstones (Tab. 1, Fig. 1) or ground on slickenslide surfaces.

The bituminous substance is composed mainly of aliphatic, naphthene, olefin, and aromatic hydrocarbons (Fig. 3). Additionally the asphaltites are accompanied by paraffin substance and hydrothermal authigenic quartz crystals with bituminous inclusions (Tab. 1, Fig. 2). The above is indicative of the redeposition of asphaltites to have been contemporaneous with the crystallization of co-occurring minerals. As the asphaltites correspond to the first stage of mezokatagenesis it may be presumed that the bulk of the bituminous substance occurs in the basement and in the deeper parts of the flysch. The mobilized bitumen fractions could have partly been locked in tectonic traps in the axial zone, in the Peripieniny flexure zone, and at the contact with the Pieniny klippen belt.

#### TABLICA I

Fig. 4. Fragment wkładki asfaltowej (a) w piaskowcu drobnoziarnistym. Próbkę nr 7, lokalizacja na fig. 1B

Fragment of an asphaltite intercalation (a) in fine-grained sandstone. Sample no 7, position see Fig. 1B

Fig. 5. Automorficzne kryształki kwarcu z inkluzjami bituminów (czarne nieregularne plamki). Próbkę nr 20, lokalizacja na fig. 1A

Idiomorphic quartz crystals with bitumens inclusions (black irregular spots). Sample no 20, position see Fig. 1A

Fot. K. Zielińska



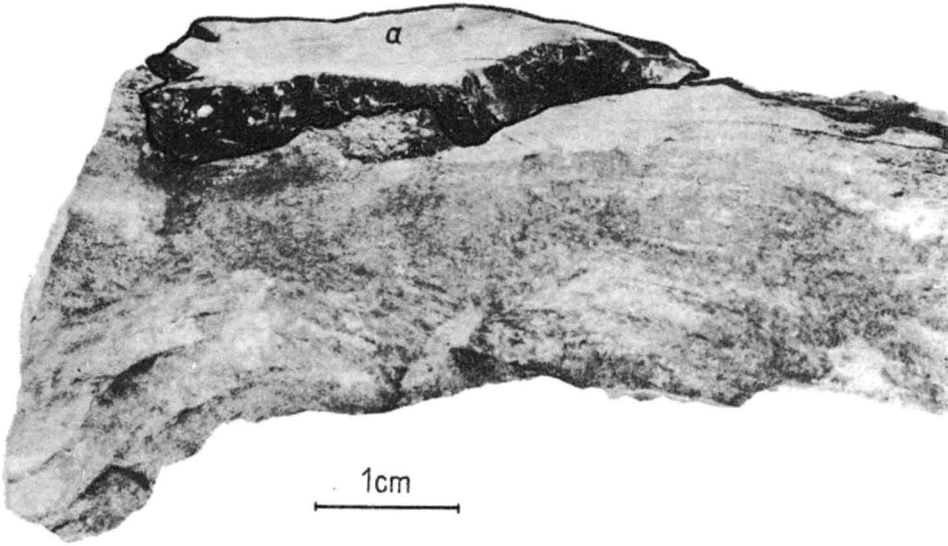


Fig.4

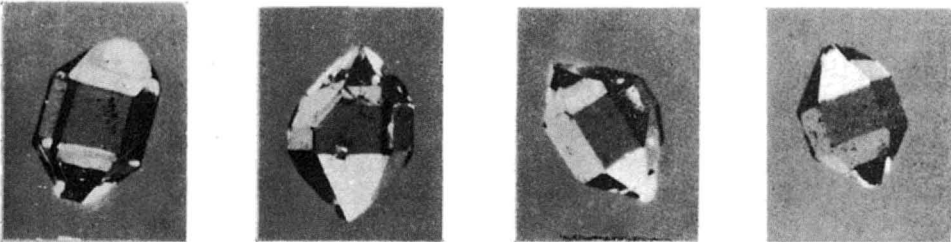
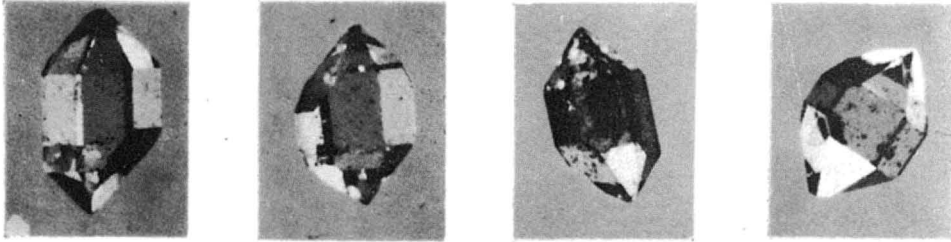


Fig.5

Leonard M. MASTELLA, Bernard KOISAR — Związek objawów bitumiczności z budową tektoniczną Podhala