

JAN LOZIŃSKI

PORÓWNANIE ZESPOŁÓW MINERAŁÓW CIĘŻKICH FLISZU
 PODHALAŃSKIEGO, AALENU FLISZOWEGO W PASIE
 SKAŁKOWYM I EGZOTYKÓW JURAJSKICH Z BACHOWIC

*The Comparison of the assemblage of Heavy Minerals of the Podhale
 Flysch, Flysch Aalenian in the Klippen Belt with the Jurassic Exotics
 from Bachowice*

W literaturze petrograficznej i geologicznej dotyczącej fliszu karpackiego stosunkowo niewiele publikacji omawia szerzej występowanie minerałów ciężkich. Badania dotychczasowe dotyczyły wyłącznie fliszu Karpat zewnętrznych, a szczególnie terenów naftowych i wykazały, że zespoły minerałów ciężkich w skałach fliszowych są dość ubogie, zawierają przeważnie tylko minerały bardzo trwałe.

W związku z tym, że obecnie prowadzi się szczegółowe badania geologiczne fliszu Karpat wewnętrznych, przede wszystkim pasa skałkowego w Pieninach, Pracownia Geologiczno-Stratygraficzna PAN zainicjowała i sfinansowała równoległe przeprowadzenie studiów minerałów ciężkich w całym profilu fliszu Karpat wewnętrznych.

Do chwili obecnej zostały zbadane minerały ciężkie występujące we fliszu podhalańskim i w aalenie fliszowym. Na ukończeniu zaś jest opracowywanie minerałów ciężkich dolnej i środkowej kredy pienińskiego pasa skałkowego. Wyniki przeprowadzonych badań są przedstawione w tabeli I, gdzie liczby wyrażające procentową zawartość minerału w stosunku do frakcji ciężkiej stanowią średnią wszystkich badanych próbek dla danej formacji. W tabeli zamieszczone są także wyniki badania egzotyków jurajskich z Bachowic (wieku aalen - bajos).

Jest rzeczą charakterystyczną, że wszystkie trzy przedstawione zespoły zawierają głównie minerały najbardziej trwałe. Porównując zespoły minerałów ciężkich wydzielonych z piaskowców fliszu podhalańskiego i aalenu fliszowego stwierdzamy, że dla obu przede wszystkim charakterystyczna jest przewaga granatu nad pozostałymi minerałami. Różnicę zaś pomiędzy tymi zespołami można dostrzec w występowaniu biotytu w aalenie oraz minerałów rzadkich. Otóż tylko w piaskowcach fliszu podhalańskiego znajdujemy chlorytoid i apatyt, piaskowce aalenu fliszowego zaś zawierają chloryt, anataz, baryt i ślady dystenu. Odnosnie do staurolitu, który występuje w aalenie fliszowym, należy zaznaczyć, że znajduje się on także w piaskow-

cach fliszu podhalańskiego. Jest jednakże rzeczą interesującą, że niewielkie jego ilości zawierają tylko piaskowce warstw ostryskich, będących najmłodszym ogniwem fliszu podhalańskiego, gdy natomiast piaskowce warstw chochołowskich, maruszyńskich ani zakopiańskich nie zawierają staurolitu zupełnie. Ponadto także tylko w warstwach ostryskich znaleziono ślady epidotu.

Tabela I

Minerał	flisz podhalański	aalen fliszowy	egzotyki z Bachowic
Cyrkon	14	23	58
Rutyl	15	4	15
Turmalin	11	13	9
Granat	58	52	10
Staurolit	ślady	2	6
Epidot	ślady	—	1
Zoizyt	—	—	ślady
Dysten	—	ślady	—
Chlorytoid	1	—	—
Chloryt	—	2	ślady
Biotyt	—	++	ślady
Apatyt	1	—	—
Anataz	—	2	1
Baryt	—	1	—

Zespół minerałów ciężkich wydzielonych z piaskowców egzotycznych z Bachowic, jakkolwiek jakościowo jest podobny do poprzednio opisanych zespołów, różni się od nich przewagą cyrkonu nad pozostałymi minerałami. Stosunek więc występowania cyrkonu i granatu jest odwrotny niż w piaskowcach fliszu Karpat wewnętrznych.

Tabela II

Minerał	Ia	Ib	III	III	IVa	IVb	V
CYRKON (ogółem)	70	60	50	49	67	53	54
ziarna euhedralne	23	17	23	32	23	26	25
„ anedralne oboczne	27	20	5	7	21	12	10
ziarna bezbarwne	68	55	46	42	62	47	44
„ żółtawe	—	—	3	4	3	4	5
„ brunatne	2	5	1	3	2	2	1
TURMALIN	6	12	14	17	2	12	3
odmiany barwne (prócz brunatnej)	róż.	róż. ziel.	n.	f. n. ziel.	—	—	—
ZOIZYT	—	—	ślady	1	—	—	—
BIOTYT	—	—	ślady	1	—	—	—

Objaśnienie: cyfry rzymskie oznaczają poziomy stratygraficzne, odmiany barwne turmalinu: róż. — różowy, ziel. — zielonawoszary, n. — niebieski, f. — różowofioletowy.

Ciekawe wyniki dało dokładne określenie cech morfologicznych ziarn cyrkonu w piaskowcach egzotycznych z Bachowic (tabela II). Okazało się, że dwa spośród badanych piaskowców mających tę samą pozycję stratygraficzną wykazują znaczną przewagę ziarn cyrkonu euhedralnych w stosunku do ziarn anhedralnych obtoczonych, czego nie obserwuje się w tym stopniu w pozostałych piaskowcach. Ponieważ obtoczenie ziarn cyrkonu, minerału o dużej twardości i odporności mechanicznej, świadczy o tym, że materiał klastyczny przeszedł kilka cykli sedymentacyjnych, pojawienie się stosunkowo dużej ilości ziarn euhedralnych może być tłumaczone dopływem materiału świeżego w okresie sedymentacji omawianych piaskowców. Przemawiać by za tym mogło pojawienie się w tychże piaskowcach zoizytu i biotyту. Oznaczenie odmian barwnych turmalinu, oraz zabarwionych ziarn cyrkonu wykazało, że występowanie ich jest charakterystyczne dla pewnych poziomów stratygraficznych.

Jeśli chodzi o zagadnienie pochodzenia materiału klastycznego, fakt, że w opisanych zespołach minerałów ciężkich mamy do czynienia tylko z minerałami o dużej odporności, narzuca przypuszczenie, że materiał ten może w znacznej części pochodzić bezpośrednio z erozji skał osadowych. Na to mógłby wskazywać brak minerałów z grupy amfiboli i piroksenów. Wprawdzie brak tych minerałów może być także wynikiem erozji w warunkach silnego wietrzenia chemicznego. Jednakże jeśli przyjąć za Drydenem małą odporność także granatu na wietrzenie chemiczne, to wobec dużej jego koncentracji w zespołach minerałów ciężkich badanych formacji fliszu Karpat wewnętrznych byłoby rzeczą raczej wątpliwą, czy tak silne wietrzenie chemiczne towarzyszyło niszczeniu brzegów basenu sedymentacyjnego.

Piaskowce egzotyczne z Bachowic zapewne zawierają materiał, który przeszedł przez wiele cykli sedymentacyjnych, o czym świadczy dominująca rola cyrkonu w koncentratkach ciężkich, a zwłaszcza często obserwowane znaczne obtoczenie jego ziarn.

Piaskowce aalenu fliszowego, a zwłaszcza fliszu podhalańskiego obok materiału pochodzącego z erozji skał osadowych zawierają materiał świeży. Przemawia za tym obecność chlorytoidu, który z uwagi na kruchość ziarn wynikłą z jego łupliwości jest niewątpliwie minerałem mało odpornym na transport.

Zespół minerałów: cyrkon, rutyl, turmalin, granat i staurolit może wskazywać, że pierwotny materiał klastyczny pochodzi z serii skał obejmującej iniekcje granitowe w łupkach krystalicznych. Dotyczy to aalenu fliszowego i egzotyków jurajskich z Bachowic. W odniesieniu zaś do fliszu podhalańskiego, gdzie zespół składa się z cyrkonu, rutylu, turmalinu, granatu, apatyту oraz śladów chlorytoidu, pierwotny materiał klastyczny mógł pochodzić ze strefy gnejsów iniekcyjnych i granitów aplitowych, w której mogły także zdarzać się wkładki łupków chlorytoidowych. Być może, że w okresie sedymentacji najmłodszego ogniwa fliszu podhalańskiego, jakim są warstwy ostryskie, wynurzony został kompleks skał metamorficznych (lub osadowych) zawierających staurolit.

Będące na ukończeniu opracowanie minerałów ciężkich dolnej i środkowej kredy pasa skałkowego w Pieninach wykazuje, że znale-

zione tu zespoły zawierają tylko cyrkon, rutyl, turmalin, granat i anataz. Charakterystyczną cechą jest duża przewaga cyrkonu nad pozostałymi minerałami. Fakt ten jest o tyle ważny, że wykazuje zasadniczą różnicę pomiędzy jurą a kredą w pienińskim pasie skałkowym wyrażającą się odwrotnym stosunkiem ilościowego występowania cyrkonu i granatu. Dla aalenu charakterystyczna jest przewaga granatu, dla neokomu i cenomanu — przewaga cyrkonu.

Zbierając wyniki przedstawionego badania minerałów ciężkich fliszu podhalańskiego, aalenu fliszowego w pienińskim pasie skałkowym i jurajskich egzotyków z Bachowic można stwierdzić, że:

- 1) materiał klastyczny pochodzi zapewne przede wszystkim z erozji pokrywy starszych skał osadowych. Erozja ta mogła niekiedy lokalnie dotrzeć do skał krystalicznych.
- 2) systematyczne badania składu mineralnego frakcji ciężkich profilu pionowego fliszu Karpat wewnętrznych pozwoli na rozgraniczenie warstw różnowiekowych, czego dowodzi porównanie zespołów minerałów ciężkich aalenu fliszowego i kredy pasa skałkowego.
- 3) dokładna analiza morfologii ziarn cyrkonu oraz występowania ziarn zabarwionych cyrkonu, jak również odmian różnej barwy turmalinu może mieć znaczenie przy rozróżnieniu poziomów niezbyt odległych wiekowo utworów, co zostało przedstawione na przykładzie piaskowców egzotycznych z Bachowic.

DYSKUSJA

A. Oberc zwraca uwagę, że charakterystyka serii fliszowych przedstawiona przez referenta obejmowała zbyt małą ilość próbek. Mimo to różnice między tymi seriami w zespole minerałów ciężkich znacząco się wyrażają. Ze względu jednak na orientacyjne dane nie można wyciągać zbyt daleko idących wniosków odnośnie do paleogeografii. Pożądane jest, aby oprócz składu procentowego podawać także fizjografię minerałów ciężkich takich jak cyrkon, turmalin itd.

T. Wieser zapytuje, dlaczego na wykresach nie zostały wydzielone różowawe cyrkony, które kiedyś prelegent pokazywał przedmówcy. Miałyby one duże znaczenie genetyczne, gdyż są typowe dla pegmatytów. Z innych cyrkonów, np. żółtawych i brunatnych daleko idących wniosków wysnuć nie będzie można, gdyż ich geneza jest jednakowa. Warto by natomiast uwzględnić minerały promieniotwórcze. Bardzo ciekawe jest występowanie chlorytoidu.

K. Birkenmajer zastanawia się nad problemem skał wyjściowych dla aalenu fliszowego. Obecność tylko najodporniejszych minerałów ciężkich według prelegenta mogłaby wskazywać na przerobienie skał osadowych klastycznych. Jeżeli tymi skałami wyjściowymi były osady karbońskie, należałoby się spodziewać tych skał w postaci egzotyków. Takich egzotyków jednak w aalenu fliszowym brak, a jedynymi są okruchy wapieni i dolomitów triasowych i to w postaci drobnej i rzadkiej domieszki.

Aalen fliszowy ma miąższość maksymalną do około 200 m, zachowując w całym profilu bardzo podobny charakter litologiczny. W Polsce jego odsłonięcia są widoczne na przestrzeni 40—50 km, a w całym pasie skałkowym, gdzie jest notowany co najmniej 300 km. Mówca skłonny jest wiązać aalen fliszowy raczej z zespołem gnejsów i łupków krystalicznych, zwłaszcza że jest w nim dużo biotytu, który wskutek małej odporności na wietrzenie normalnie nie jest w osadach spotykany.

K. Ł y d k a podnosi, że w kwestii, czy materiał osadowy pochodzi ze starszych sedymentów, czy też z trzonu krystalicznego, nie decyduje sam zespół minerałów ciężkich. Brak minerałów małoodpornych takich jak amfibole czy pirokseny nic tu nie mówi, gdyż nie wszystkie skały krystaliczne minerały te zawierają. Ważny natomiast jest sposób zachowania tych składników. Jeżeliby to miały być minerały redeponowane, to powinny być dobrze obtoczone. Ważne jest prześledzenie wzajemnego stosunku ziarn obtoczonych do nie obtoczonych, gdyż na tej podstawie można odpowiedzieć na pytanie, czy materiał był czerpany wprost z trzonu krystalicznego, czy też nie. Ale i tutaj konieczne jest jeszcze zbadanie dalszego składu mineralnego skał, z których minerały ciężkie zostały wyodrębnione. Wniosek ostateczny można zatem dopiero wysnuć po zbadaniu całego zespołu mineralnego piaskowca fliszowego.

Ważne jest, żeby w zestawieniach tabelarycznych podawać nie średnie wyniki, lecz konkretne cyfry dla każdego poziomu czy jednostki stratygraficznej.

L. K o s z a r s k i zwraca uwagę, że z ławic o warstwowaniu frakcjonalnym należałoby do badań minerałów ciężkich pobierać próby z dolnej części ławicy, gdzie powinny być bogatsze koncentraty minerałów ciężkich. W przypadku gdy pobierane są z różnych części ławic, może to spowodować dodatkową zmienność w koncentratkach minerałów ciężkich.

K. B i r k e n m a j e r odpowiadając przedmówcy wyjaśnia, że wszystkie próbki pochodzą z dolnej części ławicy w przypadku warstwowania frakcjonalnego lub środkowej, o ile piaskowiec był równoziarnisty. Partie stropowe, w których występuje zwykle w dużej ilości biotyt, nie były brane do analizy, gdyż spodziewano się, że tutaj będzie mało minerałów ciężkich. Dlatego też ilość biotytu w zestawieniach nie oddaje jego częstotliwości występowania w piaskowcach aalenu fliszowego.

M. K s i ą ż k i e w i c z stwierdza, że minerały ciężkie nie zawsze dają nam wyraźne wskaźniki co do pochodzenia materiału. Jest ich w niektórych seriach bardzo dużo, ale równocześnie serie takie zawierają otoczaki skał, z których minerały ciężkie pochodzą, i wówczas same minerały ciężkie są bez znaczenia albo też mamy w utworach fliszowych bardzo ubogi zespół niewiele mówiący o charakterze skał wyjściowych. Przypomina się zagadnienie minerałów ciężkich warstw krośnieńskich przedstawiane przed paru laty w Pol. Tow. Geol. przez doc. dra A. Oberca, kiedy w dyskusji zastanawialiśmy się, czy ubogi zespół tych minerałów w warstwach krośnieńskich nie wskazuje przypadkiem, że warstwy te pochodzą z przerobienia jakichś starszych osadów. Jeżeli chodzi o wniosek wyciągnięty przez prelegenta, że aalen fliszowy pochodzi z przerobienia skał osadowych, to wydaje się, że prelegent nie

miał na myśli kategorię stwierdzenia, ale wskazówkę, że taka ewentualność jest bardziej prawdopodobna. Wydaje się, że takie przypuszczenie jest godnym zastanowienia się; jako ewentualne źródło można brać niekoniecznie karbon produktywny, którego w miarę posuwania się ku południowi łańcucha fliszowego jest coraz mniej, lecz kulm. Po obu stronach łuku karpackiego, z jednej strony na Morawach, z drugiej strony w Dobrudży (formacja karapelitowa) występuje kulm i należy przypuszczać, że te dwa obszary występowania kulmu w jakiś sposób ze sobą się łączyły. Nie jest zatem wykluczone, że osady kulmu mogły być rozmywane i dostarczać materiałów do aalenu fliszowego Pienin, a może także do utworów fliszowych, co do których przypuszczamy, że ich część dolno-kredowa może pochodzić z przerobienia karbonu produktywnego.

Należy zwracać uwagę na używanie terminu „redepozycja“ tylko w znaczeniu przenoszenia materiałów współcześnie osadzanych z miejsca na miejsce w obszarze jakiegoś basenu, a nie, jak to uczynił kol. K. Ł y d k a, w znaczeniu przerobienia materiału starszego, dla którego to wypadku zwykle używamy określenia „złoże drugorzędne“.

Odpowiedź J. Ł o z i ń s k i e g o

Odpowiadając na zapytania prelegent wyjaśnia, że ilość materiału, jeśli chodzi o egzotyki bachowickie, była ograniczona częstością występowania tych egzotyków we fliszu. Odnośnie do fliszu podhalańskiego i aalenu fliszowego badania będące tematem referatu stanowią pierwszy etap opracowania minerałów ciężkich Karpat wewnętrznych. Z uwagi na to, że wypróbowana metodyka wymaga długiego przygotowania próbek piaskowców do badań, zbyt krótki czas nie pozwolił na opracowanie wielkiego materiału. Piaskowce silnie laminowane dopiero po długim traktowaniu solą glauberską ulegają rozbiciu. Rozbijania mechanicznego należy unikać, by nie pokruszyć minerałów ciężkich, a w szczególności turmalinu o pokroju słupkowym, co by mogło w sposób niewłaściwy wpływać na wyniki. Na zapytanie, w jakich granicach wahają się ilości poszczególnych gatunków minerałów ciężkich, których średnie ilości umieszczone są w tabeli, prelegent podaje, że np. w piaskowcach aalenu fliszowego granat występuje w granicach od 44 — 76%, cyrkon zaś od 11 — 40%. Ogólnie granat przeważa tutaj nad cyrkonem. W piaskowcach fliszu podhalańskiego i egzotykach bachowickich wahania procentowe były zazwyczaj mniejsze.

Odnośnie do fliszu podhalańskiego, gdzie kol. K. Ł y d k a zakwestionował obliczenie średniej ze wszystkich warstw, wydaje się prelegentowi, że różnica wieku poszczególnych warstw nie jest tak wielka, by było koniecznym oddzielne ich traktowanie, tym bardziej że skład koncentratów ciężkich jest bardzo podobny z wyjątkiem jedynie warstw ostryskich. Warstwy te bowiem wykazują jeszcze większą przewagę granatu oraz wyróżniają się obecnością staurolitu i epidotu.

W sprawie występowania cyrkonów różnowawych, poruszonej przez doc. T. W i e s e r a wyjaśnia, że istotnie kilka takich ziarn zostało zaobserwowanych w piaskowcach fliszu podhalańskiego. W referacie

prelegent o tym nie wspominał, ponieważ z braku czasu nie mógł podać szczegółowego opisu minerałów ciężkich. Jedynie w piaskowcach egzotyków z Bachowic ilościowo zostały zbadane różne typy morfologiczne ziarn cyrkonu oraz ich zabarwienie. Tego rodzaju badania są celowe wówczas, gdy rozważany minerał występuje w znacznej ilości w stosunku do reszty składników koncentratu ciężkiego (najmniej 25%). Dlatego też studia nad morfologią cyrkonu i jego zabarwienia nie zostały przeprowadzone ani we fliszu podhalańskim, ani też w aalenie fliszowym, gdzie cyrkonu jest stosunkowo mało.

Jeżeli chodzi o sprawę określenia pochodzenia materiału klastycznego, wydaje się, że w przypadku gdy koncentraty minerałów ciężkich złożone są z niewielkiej ilości ich gatunków i wykazują równocześnie brak minerałów charakterystycznych, trudno jest zbyt daleko idące wnioski wysnuwać, by nie minąć się z prawdopodobieństwem. Fakt, że zachowane zostały przede wszystkim minerały najbardziej trwałe, nasuwa przypuszczenie, że materiał wyjściowy pochodzi bezpośrednio z erozji skał osadowych i prawdopodobnie przeszedł kilka cykli sedymentacyjnych. Za wnioskiem tym przemawia zaobserwowana stosunkowo znaczna ilość obtoczonych ziarn cyrkonu.

SUMMARY

Continuing the studies of heavy minerals of the sediments of the Inner Carpathians the investigations concerning the Podhale Flysch and the Aalenian Flysch of the Pieniny have been concluded. The results of the studies, presented in Plate I (Polish text), where also the heavy minerals separated from the exotic Bajocian sandstones of Bachowice have been put under consideration, show that the heavy concentrates consist of the most stable minerals only, such as zircon, rutile, tourmaline, garnet, staurolite. The Podhale Flysch and the Aalenian Flysch are characterized by the excess of garnet over the remaining heavy minerals. These assemblages differ only in the contents of trace minerals. In the Aalenian Flysch there are present chlorite, biotite, anatase, barite and traces of disthene while the Podhale Flysch shows the presence of chloritoid, apatite and traces of epidote. It is interesting that staurolite present in the Aalenian appears only in the Ostrysz beds which are the youngest section of the Podhale Flysch. The assemblage of heavy minerals of the exotic sandstones of Bachowice, although qualitatively similar to those mentioned above, differs from them by the excess of zircon over the remaining minerals. The determination of the ratio of the euhedral and anhedral rounded zircon grains has made possible to distinguish some strata in which the appearance of great quantities of the euhedral zircon grains and the zoisite and biotite minerals points out to the supply of fresh

material during the sedimentation of the discussed sandstones. The presence of assemblages consisting mainly of strongly resistant minerals allows to assume that the clastic material might derive in major part directly from the erosion of some sedimentary rocks. This erosion might in places reach the crystalline rocks. The sandstone of Bachowice especially represent a material which apparently underwent many sedimentary cycles for which speaks the dominant role in the concentrates of zircon and especially of rounded zircon. The assemblage of following minerals: zircon, rutile, tourmaline, garnet and staurolite points out that the initial clastic material originates from the erosion of rocks comprising the granite intrusions in crystalline schists, what concerns the Aalenian Flysch and the Jurassic exotics of Bachowice. So far as the Podhale Flysch is concerned, where the set consists of zircon, rutile, tourmaline, garnet, apatite and traces of chloritoid, the initial clastic material might have come from the area of injection gneisses and aplitic granites in which the intercalations of chloritoid shales might have been present.