

J. ŁOZIŃSKI

## MINERAŁY CIĘŻKIE JURAJSKICH PIASKOWCÓW EGZOTYCZNYCH Z BACHOWIC

(1 fig.)

## Тяжелые минералы в юрских экзотических песчаниках в Баховицах (Западные Карпаты)

(1 фиг.)

## *Les minéraux lourds des grès exotiques (jurassiques) de Bachowice (Karpates Occidentales)*

(1 fig.)

Streszczenie. Z piaskowców egzotycznych z Bachowic wieku aalen-bajos wydzielono i oznaczono minerały ciężkie w oparciu przede wszystkim o ich cechy morfologiczne i barwę. Zespół zbadanych minerałów obejmuje cyrkon, rutyl, turmalin, granat, staurolit i anataz. Ponadto w niektórych piaskowcach stwierdzono obecność zoizytu, epidotu, chlorytu i biotyту.

### WSTĘP

Studia nad minerałami ciężkimi skał karpackich posiadają dotychczas niezbyt bogatą literaturę. Najlepiej poznane zostały zespoły minerałów ciężkich warstw krośnieńskich (J. Tokarski 1947, A. Oberc 1947, St. Jaskólski 1939), następnie piaskowca ciężkowickiego (J. Zerndt 1925, K. Bohdanowicz i St. Jaskólski 1928) oraz piaskowca jamneńskiego (St. Kreutz i A. Gaweł 1925, K. Bohdanowicz i St. Jaskólski 1928). Zespoły te zawierają przeważnie tylko minerały najbardziej trwałe jak cyrkon, rutyl, granat, turmalin i staurolit, występujące stale, lecz w zmiennych stosunkach ilościowych. Niekiedy towarzyszą im mało rozpowszechnione dysten, epidot, anataz oraz rzadkie sylimanit i andaluzyt. Minerały z grupy amfiboli i piroksenów, które cechuje mniejsza trwałość występują bardzo rzadko (St. Jaskólski 1931, 1939). Wobec braku wyraźnych minerałów przewodnich, korelacja skał karpackich na podstawie minerałów ciężkich według St. Jaskólskiego, a zwłaszcza J. Tokarskiego i A. Oberca może opierać się jedynie na dokładnym określeniu ilościowym stosunku występowania w zespołach poszczególnych gatunków minerałów.

Notatka niniejsza o minerałach ciężkich dotyczy wyłącznie piaskowców występujących w formie egzotyków w Bachowicach i stanowi dalszy przyczynek do znajomości tychże minerałów skał karpackich. Jest ona również próbą korelacji skał na podstawie ilościowego okre-

ślenia poszczególnych gatunków minerałów ze szczególnym uwzględnieniem ich cech morfologicznych i barwy.

Pragnę podziękować prof. M. Książkiewiczowi za użyczenie mi okazów piaskowców egzotycznych oraz za informacje o ich pozycji stratygraficznej, prof. A. Gawłowi zaś i doc. T. Wieserowi za cenne wskazówki i przedyskutowanie wyników pracy.

#### POCHODZENIE I OPIS EGZOTYKÓW

Okazy piaskowców pochodzą ze sztucznych odsłoneń wykonanych w Lesie Bachowskim, terenu będącego w ostatnich latach przedmiotem badań prof. M. Książkiewicza. Punkt, w którym obficie występują różnorodne petrograficznie egzotyki<sup>1</sup>, leży blisko północnej granicy kompleksu fliszowego i jest odległy około 40 km na SW od Krakowa. Materiał egzotyczny osadzony jest w czerwonych, zielonych i szarych łupkach ilastych oraz zielonkawych marglach łupkowych (M. Książkiewicz 1951) o przynależności wiekowej do danu i paleocenu.

Badania minerałów ciężkich wykonano na siedmiu próbkach piaskowców przynależnych stratygraficznie według informacji prof. M. Książkiewicza do aalenu i bajosu, a najmłodszy (okaz nr 7) może i do batonu.

#### UWAGI METODYCZNE

Próbki piaskowców zostały rozłożone kwasem solnym i rozdrobnione solą Glauberską, a następnie oczyszczone z połączeń żelaza. Koncentraty minerałów ciężkich wydzielono przy użyciu bromoformu o ciężarze właściwym 2,9 w lejkach rozdzielczych Harady z wyodrębnionych za pomocą sit frakcji wielkości ziarn w granicach 0,06—0,33 mm. Do oznaczania minerałów ciężkich sporządzono preparaty utrwalone w balsamie kanadyjskim. Ilościowy stosunek występowania minerałów ciężkich został określony przez przeliczenie w każdym preparacie takiej ilości ziarn, by suma oznaczonych ziarn minerałów przejrzystych wynosiła 200—300. Przy korelacji próbek minerałów ciężkich piaskowców brałem pod uwagę przede wszystkim ich cechy morfologiczne oraz barwę. Szczególnie dotyczyło to minerałów takich, jak cyrkon, rutyl, turmalin i granat, przy których osobno określiłem ilość każdej formy ziarn, jak również każdej odmiany o charakterystycznym zabarwieniu. Wyniki wyrażono procentowo w stosunku do wszystkich ziarn przeliczonych.

#### OPIS MINERAŁÓW CIĘŻKICH

Zespół minerałów ciężkich w badanych piaskowcach egzotycznych składa się z cyrkonu, rutylu, turmalinu, granatu, staurolitu i anatazu oraz grupy „minerałów nieprzejrzystych” obejmującej ilmenit, getyt

<sup>1</sup> Egzotyki skał magmowych badał T. Wieser (1952).

i obecne w śladach magnetyt i piryt. Ponadto w niektórych piaskowcach występuje sporadycznie (do 1%) zoizyt, epidot, chloryt i biotyt.

Cyrkon. Pod względem morfologicznym rozróżniono tu trzy rodzaje ziarn:

1. Ziarna euhedralne i subhedralne z wyraźnie wykształconymi ścianami słuca i bipiramid [tetragonalnej  $p(111)$ , dytetragonalnej  $x(311)$ ] oraz dość dobrze zachowanymi krawędziami, następnie podobne ziarna, lecz z niewyraźnymi ściankami piramid, wreszcie ziarna będące odłamkami poprzednich z dobrze widocznymi ścianami krystalograficznymi.

2. Ziarna anhedralne obtoczone, posiadające najczęściej formę elipsoidalną, rzadziej kulistą, a które rozpoznać można po dodatnim znaku optycznym wydłużenia, wysokich współczynnikach załamania światła oraz stosunkowo dużej dwójłomności.

3. Ziarna anhedralne nie obtoczone. Do tej grupy zaliczyłem wszystkie pozostałe ziarna cyrkonu pozbawione ścianek krystalograficznych.

Ziarna euhedralne posiadają pokrój słupkowy, przy czym stosunek elongacji wynosi od 1,5 do 3,5, a najczęściej jednak od 2,0 do 3,0. Cyrkon występuje przeważnie w ziarnach bezbarwnych. Rzadziej spotyka się ziarna żółtawe lub o zabarwieniu brunatnym (izotropizacja — przejście w malakon). Te ostatnie często wykazują budowę pasową. Przy liczeniu ziarn wszystkie trzy różniące się barwą typy zostały uwzględnione.

Cyrkon jest najpospolitszym składnikiem koncentratów minerałów ciężkich wszystkich badanych piaskowców egzotycznych.

Rutyl. Występuje w postaci ziarn przeważnie anhedralnych prawie izometrycznych, rzadziej spotyka się ziarna euhedralne słupkowe, które posiadają dobrze wykształcone ściany słuca, a wyjątkowo również i piramidy. Pod względem barwy najczęściej rozróżnić można dwie odmiany rutylu: ciemno-czerwono-brunatną oraz miodowo-żółto-brunatną. Rzadko obserwuje się ziarna ciemnobrunatne bez odcienia czerwonego (piaskowce (2), (4), (5)). Prawie wszystkie ziarna wykazują słaby pleochroizm (maksimum absorpcji według E).

Rutyl występuje we wszystkich piaskowcach w ilości od kilku do kilkunastu procent frakcji ciężkiej.

Turmalin występuje zarówno w postaci słupków (euhedralnych) oraz odłamków słupków jak i w formie ziarn zupełnie anhedralnych, prawie izometrycznych. Przeważna ilość ziarn należy do odmiany brunatnej i wykazuje pleochroizm: E — blado-żółto-brunatny, O — ciemnobrunatny. Odmiana ta reprezentowana jest we wszystkich badanych piaskowcach. O wiele rzadziej spotyka się ziarna brunatne z odcieniem zielonawoszarym (dla O). Występują one tylko w piaskowcach (2), (3), (4). Kilka ziarn turmalinu o pleochroizmie: E — różowy, O — czarny znalazłem tylko w równowiekowych piaskowcach (1) i (2). W piaskowcu (4) spotkałem jedno ziarno o barwach: E — jasno-różowo-fioletowej (prawie bezbarwny), O — intensywnie różowo-fioletowej. Wreszcie kilka ziarn niebieskiego turmalinu zawierały tylko piaskowce (3) i (4).

Turmalin znajduje się w koncentratkach ciężkich wszystkich badanych piaskowców w ilości kilku procent frakcji ciężkiej.

Granat tworzy ziarna o pokroju izometrycznym anhedralnym, bezbarwne lub o zabarwieniu bladoróżowym. Występuje we wszystkich piaskowcach w ilości kilku procent frakcji ciężkiej.

Staurolit. Ziarna anhedralne o charakterystycznym pleochroizmie w odcieniach barwy jasno-żółto-pomarańczowej. Współczynnik załamania światła wysoki, dwójłomność średnia. Wykazuje często obraz konoskopowy charakterystyczny dla kryształu optycznie dwuosiowego w przekroju zorientowanym prostopadle do osi optycznej. Staurolit występuje we wszystkich piaskowcach w ilości kilku procent frakcji ciężkiej.

Epidot występuje tylko w piaskowcach (4), (5) i (7) w postaci ziarn najczęściej kształtu elipsoidalnego, barwy jasno-żółto-zielonej o wysokim współczynniku załamania światła (wyższy od 1,74 — jodek metylenu, rzadziej równy lub nieco niższy). Rzadko dostrzegalny słaby pleochroizm.

Zoizyt. Ziarna barwy żółtawej o wysokim współczynniku załamania światła, które przy nikolach skrzyżowanych wykazują charakterystyczną niebieskofioletową anomalną barwę interferencyjną. Ziarna zoizytu mają postać nieregularnych tabliczek spłaszczonych według kierunku niewyraźnej łupliwości (100), do którego prostopadle leży pierwsza dwusieczna kąta osi optycznych (ng). We wszystkich ziarnach widać subtelne szczeliny łupliwości dokładnej według (010), z którą zgodnie przebiega płaszczyzna osi optycznych. W związku z opisaną orientacją obserwować można w każdym ziarnie ułożonym z reguły zgodnie z (100) obraz konoskopowy kryształu optycznie dodatniego o małym kącie osi optycznych i bardzo dużej dyspersji —  $r < v$ . Zoizyt występuje tylko w piaskowcach (3) i (4) w bardzo małych ilościach.

Anataz występuje w postaci czworokątnych tabliczek lub też w postaci ziarn nieregularnych barwy żółtoszarej lub czasem niebieskawej. Bardzo wysoki współczynnik załamania światła ułatwia jego rozpoznanie. Występuje we wszystkich piaskowcach w ilości do jednego procentu frakcji ciężkiej.

Oprócz wyżej opisanych minerałów znalazłem minimalne ilości zielonych blaszek chlorytu w piaskowcu (1) oraz nieliczny biotyt w piaskowcach (3) i (4). Biotyt posiadał postać ciemnobrunatnych blaszek.

#### WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań zamieszczone są w tabeli I, przy czym próbki piaskowców zestawilem według następstwa stratygraficznego określonego przez prof. M. Książkiewicza (ustna informacja). W zestawieniu tym uwzględniono także grupę minerałów nieprzejrzystych.

Tabela I

Minerał	Próbka nr						
	1	2	3	4	5	6	7
Minerały nieprzejrzyste	29	50	44	52	55	69	62
Cyrkon	50	30	28	23	30	16	20
Rutyl	14	7	9	4	7	3	7
Turmalin	4	6	8	8	1	4	1
Granat	1	3	7	6	2	4	7
Staurolit	2	4	3	3	2	3	2
Epidot	—	—	—	1	2	—	ślady
Zoizyt	—	—	ślady	ślady	—	—	—
Chloryt	ślady	—	—	—	—	—	—
Biotyt	—	—	ślady	ślady	—	—	—
Anataz	ślady	ślady	ślady	1	ślady	1	ślady

Objaśnienie:

- Próbka nr 1 — piaskowce ciemne z *A. pumilus* (I a)  
 „ nr 2 — piaskowce z *Astarte* (I b)  
 „ nr 3 — piaskowce z *Dorsetensia* (III)  
 „ nr 4 — jasne piaskowce (III)  
 „ nr 5 — piaskowce zlepieńcowate z trygoniami (IV a)  
 „ nr 6 — piaskowce zielone z trygoniami (IV b)  
 „ nr 7 — piaskowce żółtawe (V)

Liczby oznaczają procenty frakcji ciężkiej.

Celem umożliwienia lepszej korelacji składu mineralnego frakcji ciężkich poszczególnych piaskowców wyeliminowałem następnie grupę minerałów nieprzejrzystych przeliczając odpowiednio ilości pozostałych minerałów. Zestawienie to ujęto w tabeli II, w której ponadto uwzględniono ilości ziarn cyrkonu i turmalinu według cech morfologicznych oraz ilości ziarn poszczególnych odmian barwnych rutylu i granatu.

Z poniższej tabeli II wynika, że typowym dla piaskowców egzotycznych z Bachowic jest zespół minerałów złożony z cyrkonu, rutylu, turmalinu, granatu i staurolitu. Zespół ten charakteryzuje zdecydowana przewaga cyrkonu oraz brak minerałów z grupy amfiboli i piroksenów. Skład mineralny koncentratów ciężkich jest na ogół podobny. Jednakże jeśli zwrócimy uwagę na stosunek występowania ziarn cyrkonu euhedralnych i anhedralnych obtoczonych zauważymy, że piaskowce (3) i (4) mające tę samą pozycję stratygraficzną (III) wykazują znaczną przewagę ziarn euhedralnych, czego nie obserwujemy w tym stopniu w pozostałych piaskowcach. Ilustruje to zamieszczony diagram, w którym rzędne naniesionych punktów wyrażają liczbowy stosunek

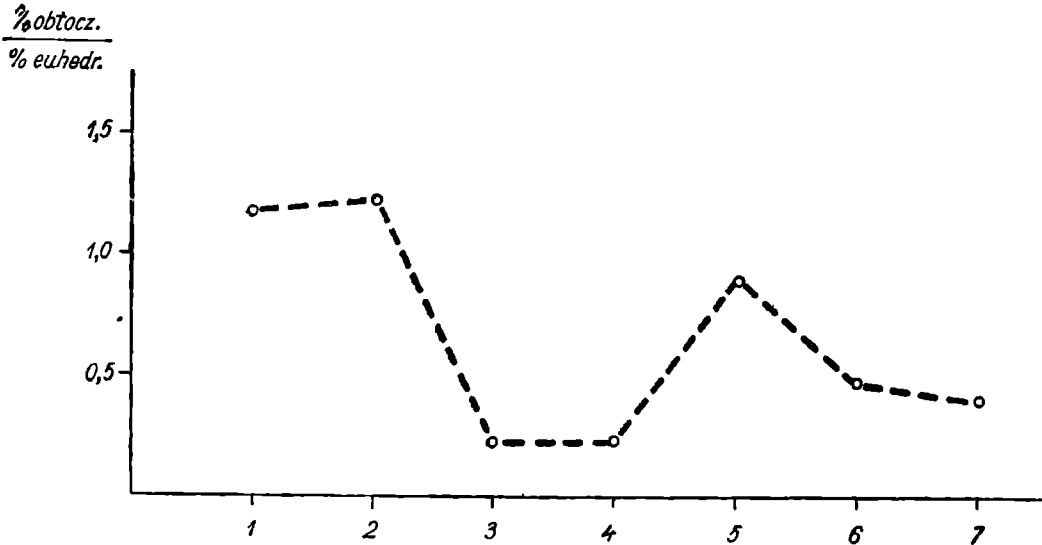


Fig. 1. Diagram stosunku występowania ziarn cyrkonu anhidralnych obtoczonych i euhedralnych w piaskowcach egzotycznych z Bachowic:

oś rzędnych: liczbowa wartość ilorazu  $\frac{\% \text{ ziarn obtoczonych}}{\% \text{ ziarn euhedralnych}}$

oś odciętych: zestawienie próbek piaskowców:

- 1 — piaskowce ciemne z *A. pumilus* (Ia)
- 2 — piaskowce z *Astarte* (Ib)
- 3 — piaskowce z *Dorsetensia* (III)
- 4 — jasne piaskowce (III)
- 5 — piaskowce zlepieńcowate z trygoniami (IV)
- 6 — piaskowce zielone z trygoniami (IVb)
- 7 — piaskowce żółtawe (V).

Piaskowce zestawione są według kolejności wiekowej, oznaczonej cyframi rzymskimi.

Фиг. 1. Диаграмма пропорционального нахождения ангидральных обточенных и еугедральных зерён циркона в экзотическом песчанике из Баховиц:

ось ординат: числовое отношение  $\frac{\% \text{ обточенных зёрен}}{\% \text{ еугедральных зёрен}}$

ось абсциссов: свод образцов песчаников:

- 1 — темные песчаники с *A. pumilus* (Ia)
- 2 — песчаники с *Astarte* (Ib)
- 3 — песчаники с *Dorsetensia* (III)
- 4 — светлые песчаники (III)
- 5 — конгломератовые песчаники с тригониями (IVa)
- 6 — зеленые песчаники с тригониями (IVb)
- 7 — желтоватые песчаники (V).

Очередность соблюдена сообразно их возрасту, обозначенная римскими цифрами.

Fig. 1. Diagramme quantitatif de la proportion des grains de zircon anhydres roulés par rapport aux grains euhédres dans les grès exotiques de Bachowice:

axe des ordonnées: valeur quantitative du quotient  $\frac{\% \text{ grains euhédres}}{\% \text{ grains roulés}}$

axe des abscisses: échantillons des grès:

- 1 — grès sombres avec *A. pumilus* (Ia)
- 2 — grès avec *Astarte* (Ib)
- 3 — grès avec *Dorsetensia* (III)
- 4 — grès clairs (III)
- 5 — grès conglomérés avec trigonies (IVa)
- 6 — grès verts avec trigonies (IVb)
- 7 — grès jaunâtres (V).

Grès ayant été numérotés suivant leur âge, la sequence des âges fût exprimée en chiffres romains.

ilości ziarn obtoczonych do euhedralnych w poszczególnych piaskowcach zestawionych w kolejności według ich wieku na osi odciętych.

Obtoczenie ziarn cyrkonu, minerału o dużej twardości i odporności mechanicznej, świadczy o tym, że materiał klastyczny przeszedł kilka cykli sedimentacyjnych. Pojawienie się dużej stosunkowo ilości ziarn euhedralnych można tłumaczyć dopływem materiału świeższego w okresie sedimentacji piaskowców III. Przemawiać by za tym także mogło pojawienie się w piaskowcach tych małych ilości zoizytu i biotytu nie obserwowanych w pozostałych piaskowcach.

Tabela II

Minerał	Próbka nr						
	1	2	3	4	5	6	7
Cyrkon (ogółem)	70	60	50	49	67	53	54
ziarna euhedralne	23	17	23	32	23	26	25
„ anedralne obtoczone	27	20	5	7	21	12	10
„ „ nieobtroczone	20	23	22	10	23	15	19
Rutyl (ogółem)	20	14	16	9	17	9	19
ziarna ciemnoczerwonobrunatne	7	7	15	4	5	5	11
„ miodowożółtobrunatne	13	6	1	2	7	4	8
„ ciemnobrunatne	—	1	—	3	5	—	—
Turmalin (ogółem)	6	12	14	17	2	12	3
słupki i ich odłamki	2	5	3	4	—	1	2
ziarna anedralne	4	7	11	13	2	11	1
odmiany barwne (oprócz brunatnej)	róż.	róż. ziel.	n.	f. n. ziel.	—	—	—
Granat (ogółem)	1	6	13	13	4	13	18
ziarna bezbarwne	0,7	2	11	11	1	7	10
„ różowe	0,3	4	2	2	3	6	8
Staurolit	3	8	5	6	5	11	5
Epidot	—	—	—	3	4	—	ślady
Zoizyt	—	—	ślady	1	—	—	—
Chloryt	ślady	—	—	—	—	—	—
Biotyt	—	—	ślady	1	—	—	—
Anataz	ślady	ślady	1	1	ślady	2	ślady

Objaśnienie:

Oznaczenie próbek jak w tabeli I.

róż. — turmalin różowy, ziel. — turmalin zielonawoszary, n. — turmalin niebieski, f. — turmalin różowofioletowy.

Określenie cech morfologicznych ziarn turmalinu oraz barwy rutylu i granatu nie pozwala w tej chwili na wysuwanie wniosków korelacyjnych. Być może, że oznaczanie minerałów barwnych w ściśle rozgraniczonych frakcjach ziarn podług ich wielkości da wyniki pomyślne. Przypuszczenie powyższe nasuwa obserwacja występowania zabarwienia w ziarnach cyrkonu, które zwykle posiadają bardzo zbliżone do siebie rozmiary (grubość ziarn albo słupków waha się w granicach od 0,06—0,09 mm).

Wyniki obserwacji zabarwienia ziarn cyrkonu zestawione są w tabeli III.

Tabela III

	Próbka nr						
	1	2	3	4	5	6	7
Cyrkon — ziarna bezbarwne	68	55	46	42	62	47	44
„ żółtawe	—	—	3	4	3	4	9
„ brunatne	2	5	1	3	2	2	1

Brak ziarn o zabarwieniu żółtawym w piaskowcach (1) i (2) pochodzących z tego samego poziomu stratygraficznego (I) w porównaniu z obecnością ich w pozostałych piaskowcach, gdzie ziarna żółtawe zwykle przeważają nad brunatnymi, nie wydaje się przypadkowy.

Porównując zespół minerałów badanych piaskowców egzotycznych ze znanymi zespołami wydzielonymi ze skał fliszowych zauważa się zasadniczą różnicę w stosunku występowania cyrkonu i granatu. W większości skał fliszowych przeważa granat, co zostało stwierdzone w szczególności w warstwach krośnieńskich (J. Tokarski, A. Oberc) jak również ostatnio przez autora w piaskowcach aalenu fliszowego w Pieninach.

Zespół minerałów: cyrkon, rutyl, turmalin, granat i staurolit wskazywałyby na pochodzenie pierwotnego materiału klastycznego z erozji skał granitowych i otaczających je łupków krystalicznych. Materiał ten przeszedł zapewne kilka cykli sedymentacyjnych, za czym przemawia przewaga najodporniejszych minerałów. Jednak zdaniem szeregu autorów (F. Pettijohn, N. Strachow i in.) występowanie zespołu najodporniejszych jedynie minerałów ciężkich może być również wynikiem silnego zwietrzenia skał macierzystych, które doprowadziło do rozkładu mniej odpornych chemicznie minerałów femicznych (amfibole, pirokseny). Podane w pracy T. Wiesera (1952) minerały akcesoryczne skał krystalicznych jak tonalitu i meladiorytu występujących również w formie bloków egzotycznych w Bachowicach należą przeważnie do mało trwałych minerałów (apatyt, tytanit, magnetyt). Być może część spotykanego w badanych próbkach piaskowców turmalinu, cyrkonu, rutylu i zoizytu miała swe źródło w tonalitach, epidotu zaś i ilmenitu — w meladiorytach.



WYKAZ LITERATURY

1. Bohdanowicz K. i Jaskólski St. (1928). Przyczynek do znajomości piaskowca borysławskiego. (A contribution to the study of Borysław Sandstone), *Roczn. Pol. Tow. Geol.* T. 5. Kraków.
2. Duplaix S. (1948). Détermination microscopique des minéraux des sables. Paris.
3. Jaskólski St. (1931). Materiały do geologii i petrografii fliszu karpackiego okolic Rymanowa (Contribution of the geology and petrography of the Carpathian Flysch in the vicinity of Rymanów), *Państw. Inst. Geolog. Sprawozd.*, t. 6, Warszawa.
4. Jaskólski St. (1939). Wstęp do charakterystyki petrograficznej niektórych serii ropnych polskich Karpat fliszowych. (Einführung in die petrographische Charakteristik gewisser ölführender Schichtenfolgen der polnischen Flyschkarpathen). *Państw. Inst. Geolog., Biul.* 23, Warszawa.
5. Kreutz St. i Gaweł A. (1925). Essai d'une caractéristique des roches dans le profil Borysław-Mrażnica—Schodnica. *Mémoire de la 1-ère Réunion de l'Assoc. Carpathique en Pologne.* Lwów.
6. Książki ewicz M. (1951). Objaśnienia do ark. Wadowice. Ogólna Mapa Geol. Polski w skali 1:50000. *Państw. Inst. Geolog.* Warszawa.
7. Łoziński J. (1956). Minerale ciężkie piaskowców aalenu fliszowego w pienińskim pasie skałkowym Polski. *Acta Geol. Pol.*, t. 6, z. 1, Warszawa.
8. Milner H. B. (1940). Sedimentary Petrography. Murby, London.
9. Oberc A. (1947). Stratygrafia warstw krośnieńskich na podstawie ciężkich minerałów. *Sprawozd. z Czyn. i Pos. Pol. Akad. Um.*, t. 48, nr 6, str. 233, Kraków.
10. Pettijohn F. J. (1949). Sedimentary Rocks. Harper. New York.
11. Strachow N. M. (1954). Obrazowanie osadków w sowniennych wodojemach. *Wyd. Akad. Nauk ZSRR.*
12. Tokarski J. (1947). Ciężkie minerale jako wskaźniki serii fliszowych. *Sprawozd. z Czyn. i Pos. Pol. Akad. Um.*, t. 48, nr 6, str. 230, Kraków.
13. Wieser T. (1952). Skały magmowe Bachowic. (The igneous rocks of Bachowice — Western Carpathians). *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, t. 22, Kraków.
14. Zerndt J. (1925). Petrographische Studien über Karpathensandsteine der Umgebung von Ciężkowice. *Bull. de l'Acad. Pol. Sc. et Lettres ser. A*, 1924, Cracovie.

РЕЗЮМЕ

Из экзотических песчаников в Баховицах, зачисленных по своему возрасту к отложениям ааленского и байосского яруса, мы выделили и определили тяжелые минералы, преимущественно на основании их морфологических свойств и их окраски. Группа исследованных минералов состоит из циркона, рутила, турмалина, граната, ставролита и анатаза. Кроме того констатировано в некоторых песчаниках наличие зоизита, эпидота, хлорита и биотита.

Записка сия относится единственно к песчаникам, находящимся в качестве экзотиков в Баховицах; она содержит добавочные сведения о комплексах тяжелых минералов в карпатских горных породах. Кроме того записка наша — это попытка корреляции горных пород на основании количественного определения отдельных видов минералов, причем особенно приняты во внимание их морфологические свойства и их окраски.

Образцы песчаников происходят из неестественных отрывков, сделанных в Баховицком Лесу, т. е. в местности, которая за последние годы была объектом научных исследований проф. М. К с ё н ж к е в и ч а. Пункт, в котором в изобилии находятся экземпляры, разнообразные с петрографической точки зрения, расположен по близости северной границы флишевого комплекса. Экзотический материал вмещен в крас-

ные, зеленые и серые илистые сланцы, а также в зеленоватые мергели (М. К с ё н ж к е в и ч 1951); по геологическому возрасту они принадлежат к датскому ярусу.

Исследования тяжелых минералов были сделаны автором по отношению к семи экземплярам песчаников, уделенных автору проф. М. Ксёнжкевичем и им же определенных; с точки зрения стратиграфической принадлежат они к ааленскому и байосскому ярусам, а самый младший — может быть — и к батскому.

**Методические указания.** Исследуемые пробные обломки песчаников были подвергнуты воздействию соляной кислоты и раздроблены при помощи глауберовой соли, а затем очищены от веществ, содержащих железо. Концентраты тяжелых минералов были выделены, принимая бромформ для фракционирования фракции, содержащие зерна, диаметр которых равняется 0,06—0,33 миллиметра, были выделены при помощи цедилок. Для определения тяжелых минералов заготовлены были препараты закрепленные в канадском бальзаме.

Пропорция появляющихся тяжелых минералов определялась путем пересчета в каждом препарате такого количества зёрен, чтобы итог обозначенных (ясных) минералов выражался числом 200—300. В таких минералах, как циркон, рутил, турмалин и гранат определялось отдельно количество каждой формы зёрен, а также каждой разновидности с характерной окраской. Результаты исчислений сообщены здесь в процентах по отношению ко всем перечисленным минералам.

**Описание тяжелых минералов.** Комплекс тяжелых минералов в исследуемых экзотических песчаниках состоит из циркона, рутила, турмалина, граната, ставлорита а также из группы „непрозрачных минералов”, состоящей из ильменита, гетита и из появляющихся только в виде следов — магнетита и пирита. Кроме того в некоторых песчаниках появляются спорадически (до 1%) — зоизит, эпидот и биотит.

В таблице I принята во внимание также и группа непрозрачных минералов; цифры обозначают проценты тяжелой фракции.

Желая возможно более точно сопоставлять минеральный состав тяжелых фракций в отдельных песчаниках, я впоследствии исключил группу непрозрачных минералов, перечислив соответственные количества остальных минералов, помещенных в таблицы II, в которой кроме того приняты во внимание количества зёрен циркона и турмалина по их морфологическим признакам, а также зёрен отдельных цветных разновидностей рутила и граната.

Для этого комплекса характерно решительное преобладание циркона и отсутствие минералов, принадлежащих к группе амфиболов и пироксенов. Минералогический состав тяжелых концентратов в общих чертах — такой же. Однако, если принять во внимание пропорцию появления цирконовых зёрен евгедральных и ангедральных обточенных, то заметим, что песчаники (3) и (4), занимающие такое же самое стратиграфическое положение имеют преимущественно евгедральные зёрна, а этого вовсе не замечаем в такой же степени у остальных песчаников. Наглядно указывает нам это приложенная диаграмма, в которой ординаты определенных пунктов выражают числовое отношение количества обточенных зёрен к зёрнам евгедральным в отдельных

песчаниках, помещенных в диаграмме на абсциссе, причем соблюдена их очередность сообразно с их возрастом.

Обточение зёрен циркона, минерала очень прочного и устойчивого в механическом отношении, свидетельствует о том, что раздробленный материал подвергался воздействию нескольких осадочных циклов. Наличие сравнительно большого количества евгедральных зёрен можно объяснить наплывами более свежего материала во время образования осадков — песчаников III. Такое мнение может быть подтверждено тем обстоятельством, что в этих песчаниках находятся в небольшом количестве зоизит и биотит, которых никто не наблюдал там в других песчаниках.

Определение морфологических свойств турмалиновых зёрен, а также рутила и граната не позволяет в данном моменте делать выводы, касающиеся их взаимоотношений. Возможно, что определение цветных минералов в точнее разграниченных фракциях зёрен сообразно с их размерами приведет к удачным выводам. Вышевысказанное предположение возникает благодаря наблюдениям появления окраски в зёрнах циркона, размеры которых бывают обыкновенно почти одинаковы (толщина зёрна или же столбиков от 0,06—0,09 миллиметра).

Отсутствие зёрен с желтоватой окраской в песчаниках (1) и (2), принадлежащих к тому же самому стратиграфическому уровню (I), как и остальные песчаники, в которых желтоватые зёрна обыкновенно являются в большем количестве, чем коричневые; кажется, что это произошло не случайно.

Сравнивая комплекс минералов, находящихся в исследуемых экзотических песчаниках, с давно исследованными комплексами, находящимися во флишевых горных породах — можно заметить коренную разницу между ними относительно появления циркона и граната. Во флише чаще всего находятся гранаты; это констатировано особенно в кросненских отложениях (И. Токарски, А. Оберц), а также недавно — автором этого отчета — в песчаниках флишевого аалена в Пенинах.

Комплекс минералов: циркон, рутил, турмалин, гранат, ставролит повидимому указывает на то, что первоначальный раздробленный материал образовался как последствие зрости гранатов и окружающих их кристаллических сланцев. Вышеупомянутый материал по всей вероятности подвергался деятельности нескольких седиментационных циклов, а доказательством этого можно считать нахождение только самых устойчивых минералов. Однако — по мнению многих авторов (Ф. Петтиён, Н. Страхов) — нахождение комплекса, состоящего из одних только самых устойчивых минералов, может быть последствием сильного выветривания материнских горных пород, последствием чего было разложение менее устойчивых (в химическом отношении) фемических минералов (амфиболы, пироксены).

Цитированные в научной работе Е. Визера (1952) минералы случайно присоединенные к таким горным породам, как тоналит и мелядиорит, появляющимися также в характере экзотических блоков в Баховицах, чаще всего принадлежат к непрочным минералам (апатит, титанит, магнетит). Может быть, некоторые из попадающихся слу-

чайно в исследуемых песчаниках турмалинов, цирконов, рутилов и зоизитов первоначально находились в тоналитах, эпидоты и ильмениты — в мелядиоритах.

Петрографическая Лаборатория при Геохимическом Институте Горнометаллургической Академии в Кракове

## RÉSUMÉ

On a isolé et déterminé les minéraux lourds contenus dans les grès exotiques aaléniens et bajoциens de Bachowice en se basant tout d'abord sur leur caractère morphologique et sur leurs couleurs. Le groupe de minéraux étudiés comprend: zircon, rutile, tourmaline, grenat, staurotite et anatase. De plus, dans certains grès, on a découvert la présence de zoïsite, d'épidote, de chlorite et de biotite.

La présente notice ne concerne que les grès apparaissant à Bachowice sous forme d'exotiques et constitue un pas de plus dans la connaissance des groupes de minéraux lourds se trouvant dans les roches des Karpates. Elle est de même un essai de corrélation entre les roches basée sur la détermination quantitative de différentes sortes des minéraux contenus en elles, en prenant en considération spéciale leur caractère morphologique et la différence de leurs couleurs.

Les exemplaires de grès proviennent d'affleurements artificiels de la forêt de Bachowice, un terrain qui était ces dernières années l'objet des recherches spéciales du professeur M. Książkiewicz. L'endroit où apparaissent en abondance les exotiques pétrographiques de toutes sortes se trouve près du bord septentrional du complexe du flysch. Les matériaux exotiques ont été déposés dans des schistes argileux rouges, verts ou gris et dans des marnes schisteuses verdâtres (M. Książkiewicz, 1951) appartenant au danien et au paléocène.

On a étudié les minéraux lourds dans des spécimens de sept grès obtenus par l'auteur du professeur M. Książkiewicz et reconnus par celui-ci, comme appartenant stratigraphiquement à l'aalénien et au bajoциen, et peut-être même, le plus jeune, au bathonien.

Remarques méthodiques. Les échantillons des grès ont été traités à l'acide chlorhydrique, finement désagrégés à l'aide du sel de Glauber et enfin épurés des composés du fer. Des concentrations des minéraux lourds furent ensuite extraites à l'aide du bromoforme de fractions de matériaux obtenues au tamis, le diamètre des grains variant entre 0,06. et 0,33 mm. Enfin, dans le but de déterminer les minéraux lourds, on a fait de ces concentrations des préparations fixées dans le baume du Canada. Le rapport quantitatif des minéraux lourds dans chaque préparation a été obtenu en y plaçant une quantité de grains telle, que la totalité des grains des minéraux transparents monte à 200—300. Dans les minéraux tels que zircon, rutile, tourmaline et grenat on a déterminé séparément les quantités de grains de formes différentes ainsi que celles des grains présentant des changements caractéristiques de couleur. Les résultats de ces observations ont été exprimés en pourcentage par rapport à la somme totale des grains comptés et mis en vue sur les tableaux I et II.

Le groupe des minéraux lourds trouvés dans les grès exotiques comprend zircon, rutile, tourmaline, grenat, staurotide et anatase ainsi qu'un groupe des „minéraux opaques" contenant de l'ilménite, de la goéte et des traces de magnétite et de pyrite. De plus, dans certains grès on trouve sporadiquement — jusqu'à 1% — de la zoïsite, de l'épidote, du chlorite et de la biotite.

Ce groupe se caractérise par la prépondérance nette du zircon et le manque des minéraux du groupe des amphiboles et des piroxènes. La composition minérale de différentes concentrations lourdes est en général semblable. Cependant, si nous portons notre attention à la fréquence des grains euhédres par rapport à celle des grains anhédres roulés du zircon, nous remarquons que les grès (3) et (4), ayant la même position stratigraphique (III), présentent une prépondérance nette des grains euhédres, ce que nous n'observons pas au même degré dans les autres grès.

L'arrondissement des grains de zircon, minéral très solide et possédant une grande résistance mécanique, témoigne que les matériaux clastiques originaires ont du passer par plusieurs cycles de sédimentation. On peut expliquer l'existence d'une quantité relativement grande de grains euhédres dans les grès III par un afflux de matériaux nouveaux à l'époque de leur sédimentation. L'apparition dans ces grès de petites quantités de zoïsite et de biotite mentionnées plus haut et non détectées dans les autres pourrait également appuyer cette conclusion.

La détermination du caractère morphologique des grains de tourmaline, ainsi que la couleur du rutile et du grenat ne permet pas encore de tirer des conclusions sur leurs corrélations. Il pourrait se faire que la détermination des minéraux selon leurs différences de teinte dans des fractions plus étroitement délimitées de grosseur de grains, donne de meilleurs résultats. Cette supposition est suggérée par l'observation des différences de couleur apparaissant dans les grains de zircon dont les ordres de grandeur sont généralement très rapprochés. (Grosseur des grains et de prismes variant entre 0,06 et 0,09 mm).

Le manque de grains de couleur jaunâtre dans les grès (1) et (2) originaires du même niveau stratigraphique (I) par rapport à leur présence dans tous les autres grès où les grains jaunâtres prédominent généralement sur les grains bruns, ne semble pas être accidentel.

En comparant le groupe des minéraux trouvés dans les grès exotiques étudiés avec les groupes connus des minéraux tirés des roches du flysch on découvre une différence fondamentale en ce qui concerne la présence du zircon et du grenat. Dans la plupart de roches du flysch, c'est le grenat qui prévaut, fait qui a été surtout constaté dans les couches de Krosno (I. Tokarski, A. Oberc), ainsi que dernièrement, dans l'aalénien des Pienines, par l'auteur de ces pages.

La présence du groupe des minéraux: zircon, rutile, tourmaline, grenat et staurotide semble indiquer comme provenance des matériaux clastiques primordiaux la désagrégation par érosion des roches granitiques et des schistes cristallins adjacents. Ces matériaux ont sans doute passé par plusieurs cycles de sédimentation, ce qui semble être prouvé par la prépondérance des matériaux les plus résistants. Cependant, selon une série d'auteurs (F. Pettijohn, K. Strachow), la seule

existence des groupes de minéraux lourds les plus résistants peut également avoir été causée par une dégradation énergétique des roches-mères qui aurait produit la décomposition des minéraux phéniques, chimiquement moins résistants (amphiboles, pyroxènes).

Les minéraux accessoires cités dans l'ouvrage de T. Wieser (1952) qui entrent dans la composition des roches cristallines comme la tonalite et la méladorite se trouvant également à Bachowice sous forme de blocs exotiques, appartiennent pour la plus grande part aux minéraux peu durables (apatite, sphène, magnétite). Il se peut qu'une partie de la tourmaline, du zircon, du rutile et de la zoïsite rencontrés dans les grès en étude ait eu sa source dans les tonalites, et d'autre part que l'épidote et l'ilménite procèdent partiellement des méladorites.

Laboratoire de pétrographie de l'Institut de Géochemie  
de l'Académie des Mines et Fonderies de Cracovie