

Z Katedry Geologii UMCS

Kierownik: prof. dr Czesław Pachucki

Jan MORAWSKI

Charakterystyka cyrkonów z wydm Kotliny Chodelskiej

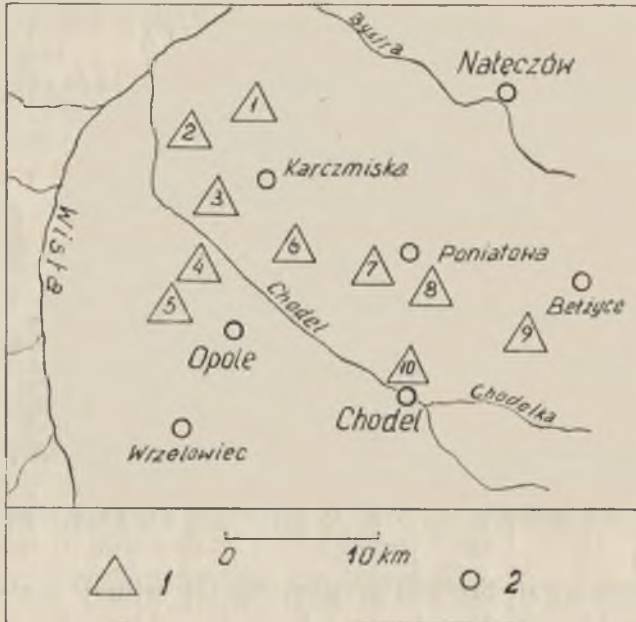
Eine Charakteristik der Zirkone aus Dünen des Chodelbeckens

W dotychczasowej literaturze geologicznej istnieje zaledwie kilka prac, w których spotkać można pojedyncze analizy mineralogiczne piasków wydmych Wyżyny Lubelskiej; są to prace: J. Trembaczowskiego (29), H. Maruszczaka i J. Trembaczowskiego (19) i J. Morawskiego (20). Dotychczas nie została szerzej opracowana szczegółowa charakterystyka jednego z najważniejszych minerałów ciężkich — cyrkonu, który jest równocześnie jednym z głównych składników frakcji ciężkiej piasków wydmych tego regionu.

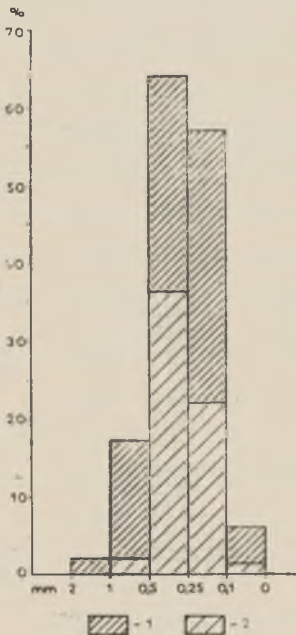
W r. 1963 prowadząc badania geologiczne na obszarze Kotliny Chodelskiej pobrałem z 10 wydmy, których lokalizacja przedstawiona jest na ryc. 1, próbki piasku w celu wykonania badań granulometrycznych i mineralogicznych oraz w celu określenia fizjografii ziarn cyrkonu.

Próbki piasków wydmych zostały pobrane z kulminacji wałów wydmych z głębokości około 50 cm od powierzchni. Badane wydmy występują w okolicach 1) Karczmisk, 2) Chodlika i 3) Głuska, 4) i 5) na obszarze położonym na północo-wschód od Opola, 6) w okolicy Plizina, 7) i 8) w okolicy Płowizny, 9) w Dylązkach, 10) w okolicy Chodla.

Skład granulometryczny piasków wydmych przedstawiony jest za pomocą histogramu (ryc. 2), z którego wynika, że w badanych piaskach dominują dwie frakcje osadu: 0,10—0,25 mm i 0,25—0,50 mm, a udział ich jest zmienny. Inne frakcje odgrywają rolę podrzędną i występują maksymalnie w następujących ilościach: frakcja 0,5—1,0 mm stanowi 17,1%, frakcja 1—2 mm — 2,0%, a frakcja 0,0—0,1 mm — 5,7%.



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia badanych wydym z Kotliny Chodelskiej:
 1 — wydmy, 2 — miejscowości
 Situationsskizze der Standorte der untersuchten Dünen im Chodelbecken;
 1 — Dünen, 2 — Ortschaften



Ryc. 2. Histogram przedstawiający udział poszczególnych frakcji w piaskach wydymowych Kotliny Chodelskiej. Pola zakreskowane gęściej są pomiędzy ekstremalnymi wartościami poszczególnych frakcji; 1 — wartości krańcowe, 2 — wartości minimalne

Auf diesem Histogramm wird der Anteil der einzelnen Fraktionen des Dünenandes im Chodelbecken dargestellt. Die dichter schraffierten Felder sind zwischen den extremen Werten der einzelnen Fraktionen eingefasst; 1 — Extremale Werte, 2 — Minimale Werte

Na podstawie danych granulometrycznych zostały obliczone z wykreślonych uprzednio krzywych kumulatywnych zasadnicze parametry i współczynniki granulometryczne, których wartości zamieszczone są w tabeli 1.

Tab. 1. Parametry i współczynniki granulometryczne piasków wydmych Kotliny Chodelskiej

Granulometrische Parameter und Koeffizienten der Dünensande des Chodelbeckens

Nr wydmy	Q ₁	Md	Q ₃	So	Sk	P ₁₀	P ₉₀	K
1	0,16	0,27	0,37	1,521	0,812	0,12	0,48	0,292
2	0,17	0,30	0,48	1,680	0,907	0,12	0,78	0,235
3	0,16	0,26	0,37	1,520	0,876	0,12	0,46	0,309
4	0,14	0,21	0,34	1,558	1,079	0,11	0,46	0,286
5	0,13	0,20	0,32	1,568	1,040	0,11	0,42	0,306
6	0,17	0,28	0,41	1,556	0,889	0,12	0,59	0,255
7	0,19	0,29	0,38	1,414	0,858	0,13	0,46	0,288
8	0,19	0,29	0,40	1,450	0,904	0,13	0,49	0,292
9	0,17	0,28	0,39	1,668	0,846	0,12	0,47	0,314
10	0,25	0,33	0,48	1,386	1,102	0,13	0,70	0,202

Wielkość średniego rozmiaru ziarn (mediany) jednego z głównych parametrów charakteryzujących osad waha się w piaskach wydmych Kotliny Chodelskiej w granicach od 0,20 mm do 0,33 mm, jest więc podobna do wartości mediany (Md) z piasków eolicznych, które badane były w różnych regionach naszego kraju.

Przy obliczaniu wartości współczynników granulometrycznych zastosowano wzory P. D. Traska (28) na współczynnik wysortowania

$So = \sqrt{Q_3/Q_1}$ i współczynnik asymetrii $Sk = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{Md^2}$ oraz obliczono

„Eksces” według wzoru zaproponowanego przez T. L. Kelleya (10)

$$K = \frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{90} - P_{10})}$$

Współczynnik wysortowania So zawiera się w granicach od 1,386 do 1,680, co wykazuje, że analizowane piaski według klasyfikacji H. Fuechtbauera (6) są dobrze i średnio wysortowane. Wartość współczynnika asymetrii Sk świadczy, że większość badanych wydmy ma lepiej wysortowaną frakcję grubszą, gdyż z 10 analizowanych próbek piasku, 7 ma wartość Sk mniejszą od jedności.

Skład mineralny badanych piasków wydmych został określony we frakcji 0,10–0,25 mm. Minerale ciężkie wydzielono w bromoformie o ciężarze właściwym 2,9. Analizę mikroskopową wykonano na preparatach z frakcji ciężkiej i lekkiej, utrwalonych w balsamie kanadyjskim.

Procentowy udział poszczególnych gatunków w wydzielonych zespołach ustalono przez przeliczenie 300—500 ziarn w każdym preparacie, określono też wagowy udział frakcji ciężkiej.

We frakcji lekkiej został oznaczony procentowy udział kwarcu, skaleni i muskowitu, a znakiem + oznaczono obecność okruchów skalnych. We frakcji ciężkiej określono analogiczne stosunki pomiędzy grupą granatów, amfiboli, piroksenów, apatyty, turmalinu, epidotu a cyrkonem, rutylem, staurolitem, biotytem oraz grupą minerałów nieprzezroczystych.

Frakcja ciężka stanowi w piaskach wydmywowych Kotliny Chodelskiej ułamek procentu i waha się w granicach od 0,24% do 0,53%. Głównym minerałem frakcji lekkiej jest kwarc, którego udział wynosi od 94,0% do 97,6%; grupa skaleni występuje w ilości od 2,4% do 6%. Barwa skaleni jest przeważnie jasna, są one częściowo bądź nawet dość dobrze obtoczone. Wśród skaleni przeważają mikroklin i albit. Obok wymienionych minerałów stwierdzono obecność małych okruchów opoki, rogowców i kwarcytów.

Frakcja ciężka reprezentowana jest przez zespół minerałów, w którym najważniejszą rolę odgrywają: granat, cyrkon, turmalin, staurolit, dysten i amfibol oraz tzw. „minerały nieprzezroczyste” (przeważnie tlenki żelaza i tytanu).

Większość minerałów frakcji ciężkiej ma ziarna częściowo lub nawet dobrze obtoczone (ryc. 3), ziarna idiomorficzne występują w niewielkich ilościach. Fizjografia poszczególnych minerałów przedstawia się następująco:

granat — najliczniejsze są odmiany bladoróżowe różnych odcieni, następnie granaty bezbarwne, rzadsze są żółtawe i brunatne,

cyrkon — dominują kryształy bezbarwne, ponadto dość liczne są lekko żółtawe i żółtawe (szczegółowa charakterystyka tego minerału podana jest w dalszej części pracy),

staurolit — występuje w ziarnach żółtawych o różnych odcieniach, przeważnie z dużą ilością wrostków, o słabym żółtawym pleochroizmie,

turmalin — przeważają kryształy o pleochroizmie w odcieniach brunatnych,

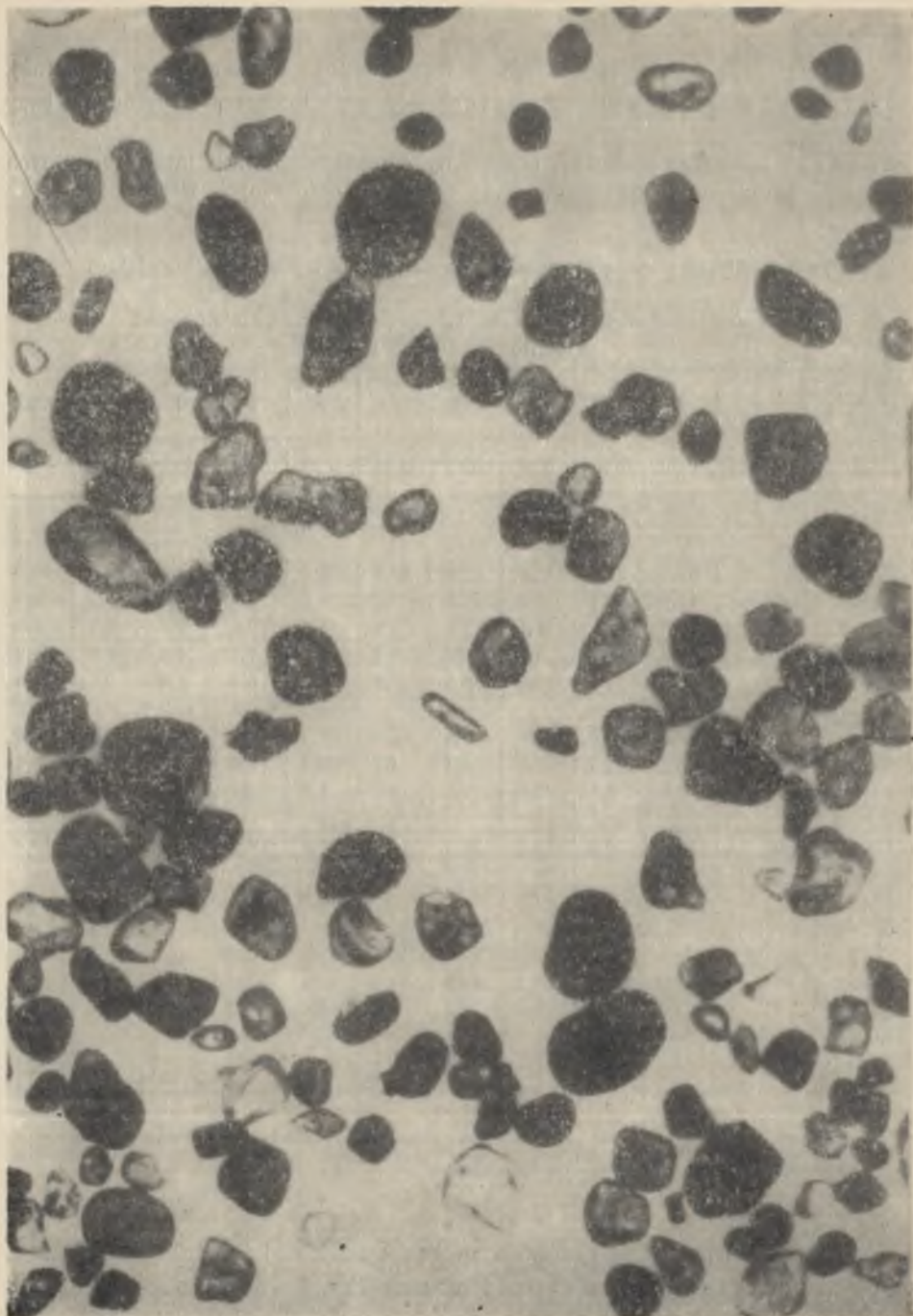
dysten — w większości bezbarwne płaskie wydłużone ziarna; niektóre z wyraźnymi szczelinami łupliwości w dwóch kierunkach,

amfibol — stosunkowo nieliczny, w postaci słabo obtoczonych wydłużonych okruchów z wyraźnymi szczelinami łupliwości wzdłuż osi wydłużenia, barwy ciemnozielonej, zielonobrunatnej i zielonej,

piroksen — spotykany sporadycznie w postaci drobnych okruchów, potrzaskanych, zielony lub brunatny,

rutyl — kryształy zwykle wydłużone, barwy krwistoczerwonej, krwistoczarnej, rzadziej ciemnożółtawo-brunatnej,

epidot — ziarna przeważnie zielonawożółtawe i szarozielonawe, silnie porysowane,



Ryc. 3. Zespół minerałów ciężkich z piasków wydmywanych Kotliny Chodelskiej.
Powiększenie około 50 ×; światło zwykłe Fot. autor
Schwere Mineralien aus Dünen sanden des Chodelbeckens. Ungefähr 50 ×
vergrössert; Normallichtaufnahme Phot. des Autors

biotyt — zaobserwowany tylko w jednej próbce blaszki barwy brunatnej, minerały nieprzezroczyste — różne tlenki żelaza i tytanu nie były analizowane,

apatyt — bardzo nieliczny, bezbarwny o niskich barwach interferencyjnych w postaci wydłużonych kryształów bądź częściowo obtoczonych ziarn.

Tab. 2. Skład mineralny piasków wydmowych z Kotliny Chodelskiej
frakcja 0,10—0,25 mm
Mineralzusammensetzung des Dünensandes im Chodelbecken
Fraktion 0,10—0,25 mm

Nr próbki Skład mineralny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% frakcji ciężkiej	0,26	0,53	0,34	0,32	0,32	0,30	0,26	0,36	0,27	0,24
frakcja ciężka — Schwerfraktion										
granat	51,5	58,9	48,5	34,9	55,3	38,5	47,0	54,5	45,2	56,8
cyrkon	15,5	2,4	5,2	13,6	4,1	17,1	7,0	2,2	12,4	5,7
turmalin	2,7	2,1	2,6	2,9	6,9	3,6	5,3	4,4	4,3	5,8
staurolit	3,8	8,3	4,2	5,0	6,4	7,2	7,3	11,8	8,9	5,2
amfibol	0,6	1,2	3,2	2,5	1,2	3,3	5,3	1,8	2,3	1,9
piroksen	0,2	0,4	—	—	—	—	0,3	0,7	—	0,6
dysten	2,2	2,0	4,5	2,6	4,9	1,7	3,8	6,6	2,4	2,6
rutyl	0,9	1,7	2,2	1,1	1,2	0,6	2,5	0,4	1,2	0,7
epidot	1,6	2,1	2,6	1,0	3,6	1,9	2,4	1,1	3,9	1,3
minerały nie- przezroczyste	20,8	20,9	25,8	36,4	15,9	25,9	18,9	16,1	10,4	19,4
biotyt	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—
apatyt	0,2	—	1,2	—	—	0,2	0,2	0,4	—	—
Fracja lekka — Leichtfraktion										
kwarc	97,0	96,5	97,2	95,8	94,0	97,0	97,3	97,6	96,3	97,4
skaleń	3,0	3,5	2,8	4,2	6,0	3,0	2,7	2,4	3,6	2,6
muskowit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
okruchy opoki	—	+	—	+	—	—	+	+	—	+
rogowce	—	+	—	—	+	+	—	+	—	—
kwarcyty	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

+ oznacza stwierdzenie obecności skały

Większość minerałów zarówno we frakcji lekkiej jak i ciężkiej odznacza się znacznym stopniem obróbki mechanicznej. Odnosi się to zwłaszcza do takich minerałów jak: kwarc, cyrkon i granat. Fakt ten jest sprzeczny z wnioskiem: A. B. Sidorenki (25, s. 9), który stwierdza, że pod wpływem transportu eolicznego „mało ulegają obtoczeniu minerały dużej twardości: granat, cyrkon, sylimanit, nieco więcej kwarc”.

Stwierdzony zespół minerałów ciężkich w piaskach wydmy Kotliny Chodelskiej może pochodzić z różnych typów skał magmowych jak i metamorficznych. Znaczny stopień obtoczenia ziarn wskazuje, że wydmy utworzone zostały z piasków, które przeszły kilka cykli sedymentacyjnych.

W skałach okruchowych ziarna cyrkonu mogą pochodzić z rozpadu skał magmowych lub metamorficznych. W różnych skałach magmowych minerał ten jest powszechnym składnikiem akcesorycznym granitów i granodiorytów, tworząc w nich drobnutkie wrostki o średnicy zazwyczaj 0,01—0,1 cm, które występują we wszystkich minerałach tych skał. Łatwo dostrzegalny jest w biotytach dzięki polom pleochroicznym wywołanym jego promieniotwórczym działaniem. W fojaitach i syenitach występuje jeszcze liczniej, zwłaszcza w ich pochodnych pegmatytowych, tworząc nieraz, jak np. w syenitach cyrkonowych, megaskopowe kryształy paromilimetrowej średnicy. W skałach takich jak: gabro, noryty, a zwłaszcza perydotyty i piroksenity jest bardzo rzadki lub nieobecny. Cyrkon jest także szeroko rozpowszechniony w różnych łupkach krystalicznych. W skałach osadowych, zwłaszcza w piaskach i piaskowcach, należy ze względu na jego odporność do najpospolitszych minerałów ciężkich. Cyrkon występuje najczęściej w postaci obtoczonych ziarn, ale spotyka się także idiomorficzne kryształy o pokroju słupów, lub będących kombinacją słupów i piramid. Zwykłymi postaciami są piramida (111), słup (110), słup wtórny (100), a często inne piramidy, zwłaszcza (311). Spotyka się też niekiedy bliźniaki według (101) i (111).

Średnia zawartość cyrkonu w skałach jest stosunkowo nieduża i według danych opublikowanych w pracy G. Hoppe (8), a opartych na obliczeniach H. Degeharta (4), przedstawia się następująco: granity zawierają 350 g cyrkonu na tonę, granodioryty i dioryty 280 g, gabra i anortozyty 220 g, syenity 620 g, syenity nefelinowe 1370 g, łupki ilaste i iły 320 g i piaskowce 440 g cyrkonu na tonę skały. Oczywiście trzeba pamiętać także o stwierdzonym przez nich fakcie, że udział cyrkonu w skałach tego samego typu, np. w granitach, ulega nieraz bardzo dużym wahaniom.

Cyrkon jest minerałem odpornym na wietrzenie i transport oraz na przemiany diagenetyczne (M. Turnau-Morawska — 32, s. 369) tak, że z samej jego obecności w skałach nie uzyskuje się danych co do charakteru skały macierzystej; skałą tą może być zarówno skała krystaliczna jak i osadowa kilkakrotnie przerobiona. Natomiast morfologia, szczególne cechy optyczne i stopień obróbki mechanicznej pozwalają niejednokrotnie na wnioski petrogenetyczne.

Od dawna znany jest fakt, że cyrkon w skałach osadowych mają przeważnie kształty okrągłe. Ponieważ jednak cyrkon okrągły wystę-

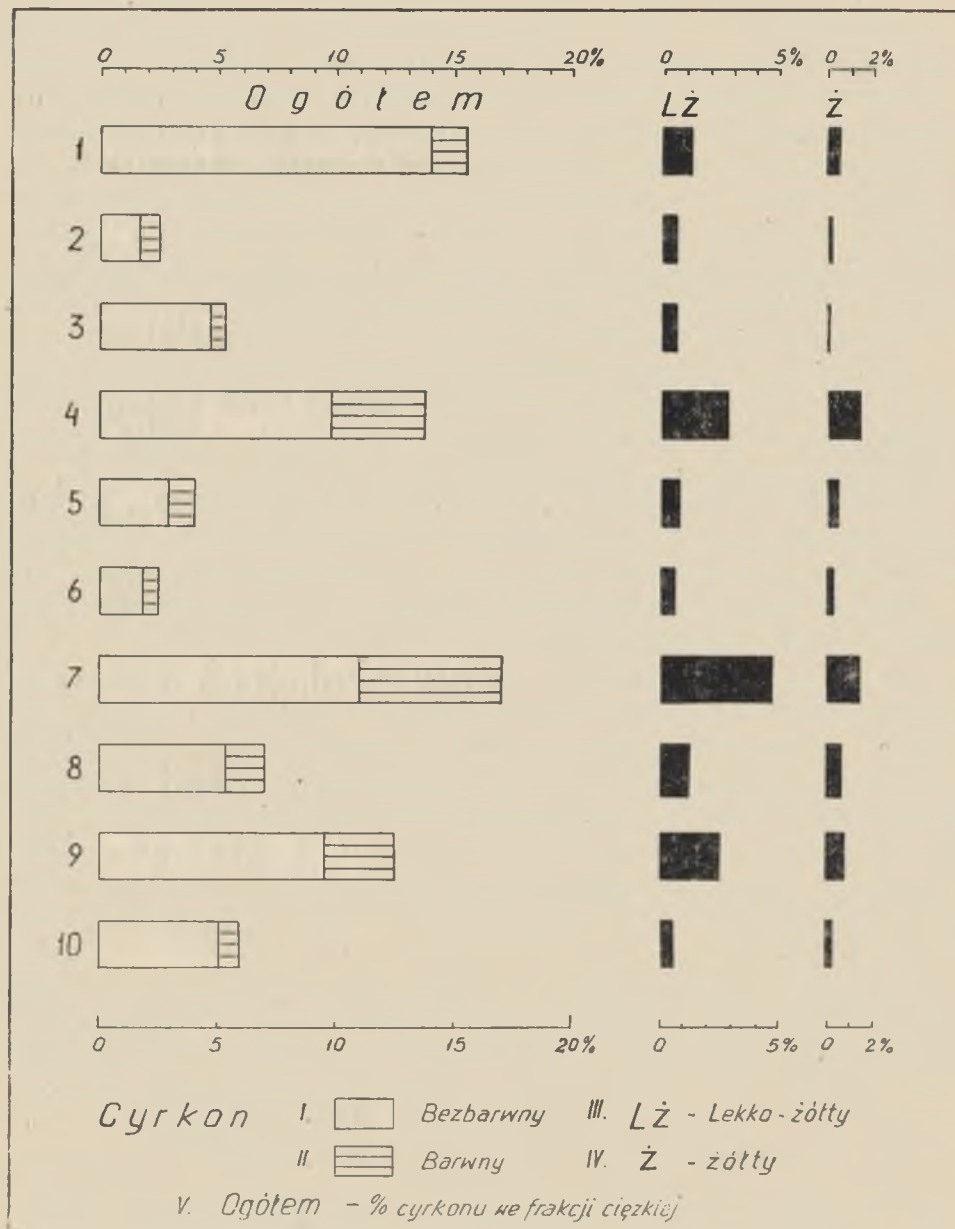
pują także w skałach magmowych i metamorficznych, ich kształtu nie można tłumaczyć wyłącznie abrazją mechaniczną, gdyż formy te mogą powstać na skutek krystalizacji i korozji. Istnieje szereg prac na ten temat, a wyniki ich zestawia G. Hoppe (8). Bardzo ważną czynnością jest prowadzenie statystyki określającej udział różnych typów cyrkonów w skałach różnej genezy, gdyż dane takie mogą być wykorzystane dla wyprowadzania wniosków petrogenetycznych.

Szczegółowe opisy cyrkonów pochodzących ze skał osadowych naszego kraju spotykamy w pracach: S. Małkowskiego (18), J. Zerndta (35 i 36), J. Wojciechowskiego (34). Ostatni dwaj autorzy na podstawie badań odtworzyli bardzo szczegółowo różne postacie krystalograficzne tego minerału. Prac, w których znajdujemy krótkie wzmianki bądź opisy cyrkonów z osadów Wyżyny Lubelskiej, jest stosunkowo mało. Z. Sujkowski (27) w swojej pracy o kredzie z głębokiego wiercenia w Lublinie wspomina wielokrotnie o obecności cyrkonów w różnych poziomach górnokredowej serii osadów wapiennych. Podobnie też K. Póżyrska (22) stwierdza obecność cyrkonów w gezach i wapieniach mastrychtu i danu okolic Puław. M. Turnau-Morawska (30, s. 50) analizując piaskowiec albski z okolic Rachowa podkreśla, że cyrkon występuje zwykle w ziarnach dobrze obtoczonych, rzadziej jako regularne słupki zakończone piramidą; ponadto jest bezbarwny i zawiera czasem wrostki rutyłu. W osadach oligoceńskich na Lubelszczyźnie wg M. Turnau-Morawskiej (31, s. 151) występuje więcej cyrkonu niż w piaskach sarmackich. Krótką charakterystykę cyrkonów z osadów sarmackich podaje K. Łydko (17, s. 11). Według jego obserwacji ziarna cyrkonu są bezbarwne, rzadziej szare, wykazują daleko posuniętą obróbkę mechaniczną; nieliczne kryształy przedstawiają kombinację słupa i ostrej piramidy bez śladów obróbki.

W piaskach czwartorzędowych Wyżyny Lubelskiej, jak wynika z tabeli zamieszczonej w pracy A. Jahna i M. Turnau-Morawskiej (9, s. 287) cyrkon występuje przeciętnie w ilości od kilku do kilkunastu procent.

Cyrkony z piasków wydmowych z obszaru Lubelszczyzny opisane zostały dotychczas przez J. Trembaczkowskiego (29), który stwierdza, że minerał ten występuje w ziarnach o średnicy 0,1 mm, wybitnie dobrze obtoczonych, bezbarwnych lub zielonkawych. Kilka wzmianek o cyrkonach z piasków eolicznych Wyżyny Lubelskiej znajduje się także w pracy J. Morawskiego (20).

Wśród analizowanych cyrkonów pochodzących z dziesięciu wydm Kotliny Chodelskiej, dominują we frakcji 0,10—0,25 mm cyrkony bezbarwne i przezroczyste. W niektórych wydmach występuje znaczny procent cyrkonów barwnych lekko żółtych i żółtawych (ryc. 4). Obecność



Ryc. 4. Diagram ilustrujący udział poszczególnych typów cyrkonów w wydymach Kotliny Chodelskiej

Dieses Diagramm illustriert den Anteil einzelner Zirkontypuse aus den Dünen des Chodelbeckens; I — farblos, II — bunt, III — schwach gelb, IV — gelb, V — allgemeiner Zirkonprozentsatz der Schwermineralfraktion

ich w osadzie może być częściowo związana z ogólną barwą piasków wydmowych: złocisto-żółtą lub żółto-brunatną, która powstała na skutek osadzania się na powierzchni ziarn tlenków żelaza. Pokrój kryształów jest różny, spotyka się kryształy idiomorficzne, wydłużone, o silnie rozwiniętej ścianie (100), są także liczne kryształy, u których silniejszy rozwój wykazuje ściana (110). Kryształy o budowie pasowej są bardzo rzadkie. Niektóre z form krystalicznych można odtworzyć mimo faktu, że kryształy idiomorficzne mają już lekko stępione krawędzie i naroża. Idiomorficzne kryształy cyrkonów są na ogół podobne do wydzielonych typów kryształów przez J. Z e r n d t a (35 i 36), a także niedawno przez W. A. E r m o ł a j e w a (5).

Idiomorficznych postaci krystalograficznych cyrkonów jest zbyt mało we frakcji 0,10—0,25 mm w stosunku do ogólnej liczby zbadanych cyrkonów, aby na tej podstawie można było oprzeć pewne wnioski o źródle alimentacji analizowanych piasków wydmowych Kotliny Chodelskiej.

Kryształy idiomorficzne i prawie idiomorficzne występują w badanych piaskach wydmowych w niewielkich ilościach, stanowią przeciętnie kilka procent ogólnej liczby cyrkonów. Dane statystyczne dotyczące procentowego udziału różnych typów cyrkonów w wydmach Kotliny Chodelskiej zamieszczone są w tabeli 3.

Nawiązując do procentowego udziału idiomorficznych cyrkonów należy podkreślić, że jest on niewielki nie tylko w skałach osadowych ale także i w skałach magmowych. Na przykład w granitach według G. H o p p e'g o (8, ss. 34, 48 i 51) idiomorficzne cyrkonony występują w ilości od 9% do 26%. W granitach podłoża krystalicznego w Ostrowi Mazowieckiej wg badań A. B o l e w s k i e g o, E. G ö r l i c h a i B a d a k a (1) ilość ziarn idiomorficznych cyrkonu sięga do 10%. Tylko w skałach metamorficznych, jak podaje G. H o p p e (8), przeważają cyrkonony okrągłe.

Dla potwierdzenia tego faktu przytaczam niżej kilka danych charakteryzujących wykształcenie i udział idiomorficznych cyrkonów w różnych skałach osadowych, i tak: w osadach karbońskich z okolic Olkusza badanych przez M. K r y s o w s k ą (11) ziarna idiomorficzne cyrkonów występują w wapieniach w ilości od 7% do 18%, a w zlepieńcach w ilości 3%. W. B u r z e w s k i i W. H e f l i k (2) stwierdzają, że cyrkonony z osadów pstrego piaskowca w okolicy Chęcina występują w postaci dobrze obtoczonych ziarn o kształtach izometrycznie zaokrąglonych oraz w postaci wyraźnych idiomorficznych słupków. Także w utworach środkowojurajskich z Rzeszotar, cyrkon tworzy ziarna obtoczone, zaś ziarna idiomorficzne spotyka się sporadycznie (M. K r y s o w s k a, 13).

W osadach retyko-liasu z Gór Świętokrzyskich według T. P r z y b y ł o w i c z (23) ziarna cyrkonu są na ogół dobrze obtoczone o kształtach

owalnych, a nawet kulistych. Podobne spostrzeżenia znajdujemy w pracy R. U n r u g a i A. C a l i k o w s k i e g o (33) o dolnoliasowych warstwach połomskich. Wśród minerałów ciężkich, które analizowała M. K r y s o w s k a, cyrkon występuje najczęściej w postaci ziarn o pokroju słupkowym (prawie wszystkie ziarna wykazują wysoki stopień obtoczenia) i przybiera kształty elipsoidalne lub kuliste. Tylko niektóre z ziarn mają za-risy idiomorficzne.

Tab. 3. Procentowy udział różnych typów cyrkonów w wydymach
Kotliny Chodelskiej frakcja 0,10—0,25 mm
Prozentanteil verschiedener Zirkontypuse in Dünen des Chodelbeckens
Fraktion 0,10—0,25 mm

Typ cyrkonu Zirkontypus	Nr wydmy										Śr.*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
obtroczone abgerundet	58	50	41	70	68	60	57	46	48	62	56,0
częściowo obtro- czone teilweise abger- undet	34	45	55	24	28	36	40	47	46	32	38,7
nieobtroczone kantig	8	5	4	6	4	4	3	7	6	6	5,3
bezbabarwe farblos	90	57	87	70	70	55	64	80	75	87	73,5
lekko-żółtawe schwach gelb	8	37	12	20	18	35	28	18	20	10	20,6
żółtawe gelb	2	6	1	10	12	10	8	5	5	3	6,2
z wrostkami mit Einwachsungen	72	77	60	60	80	70	65	55	72	84	69,5

* Śr = średnia arytmetyczna

* Śr = arithmetisches Mittel

Badając osady paleogeńskie na terenie ZSRR W. A. E r m o ł a j e w (5) stwierdził, że ilość dobrze zachowanych kryształów cyrkonu bez śladu mechanicznej obróbki, albo ze słabymi śladami obtoczenia wynosi w nich 8,32%. Silnie obtroczone są cyrkonny występujące w piaskach trzeciorzędowych, utworzonych z materiału pochodzącego z pstrego piaskowca (G. H o p p e — 8, s. 83).

W osadach rzecznych Tatr Zachodnich ilość cyrkonów idiomorficznych wynosi wg M. Kryso w s k i e j (12, s. 107) zaledwie 4%. W piaskach plażowych polskiego wybrzeża Bałtyku, jak wynika z badań E. S a w i c k i e j (24) cyrkony występują w ziarnach o stosunkowo wyraźnych zarysach krystalograficznych, których naroża i krawędzie są zaokrąglone. Wyróżnić można dwa typy, jedne okrągławe lub elipsoidalne, drugie wydłużone o wyraźnie podkreślonych ścianach pryzmatycznych, których ściany terminalne są silnie zaokrąglone. Ziarna cyrkonu są przeważnie bezbarwne, niekiedy zielonawożółtawe. E. S a w i c k a stwierdza fakt uderzający, iż cyrkony piasków nadmorskich są ubogie w formy krystaliczne, a przeważnie występują jako formy okrągławe lub owalne. Analogiczne spostrzeżenia poczynili J. Ł o z i ń s k i i H. M a s i c k a (16) badając piaski czwartorzędowe Zatoki Gdańskiej, w których występują cyrkony głównie w postaci ziarn anhedralnych obtoczonych, rzadko euhedralnych, przeważnie jednak o zaokrąglonych krawędziach piramidy. Podobnie też w piaskach plażowych i wydmych z wybrzeża wyspy Wolin, analizowanych przez R. C h l e b o w s k i e g o (3) cyrkon występuje w postaci ziarn dobrze obtoczonych, ziarna są najczęściej owalne, czasem kuliste, bardzo rzadko zaś idiomorficzne.

Analizując cyrkony pochodzące z różnych skał łatwo można zauważyć, że większość ziarn ma kształty wydłużone, niezależnie od tego czy są to ziarna idiomorficzne czy zaokrąglone. Wydłużenie ziarn (elongacja) jest jedną z ważniejszych cech tego minerału. Przez porównanie stosunku długości kryształu (L) do jego szerokości (S) uzyskuje się wskaźnik wydłużenia, który może być czasem wykorzystywany dla wyprowadzenia wniosków petrogenetycznych.

J. Z e r n d t (38, s. 129) zwrócił pierwszy uwagę na wykorzystanie tego wskaźnika i zaproponował, aby wymiary bezwzględne charakteryzujące kryształy zastąpić stosunkiem długości do szerokości danego minerału — a uzyskaną wielkość nazwać wskaźnikiem wydłużenia. Wykonane przez niego pomiary umożliwiły ustalenie średnich wskaźników wydłużenia cyrkonów z następujących granitów: z Friedebergu — 5,70; z Morskiego Oka — 3,63; z Huty Bystrzyckiej — 2,33; z głazu narzutowego Kraków — 2,82. W ten sposób za pomocą wskaźnika wydłużenia uzyskał J. Z e r n d t nową cechę dla charakterystyki zarówno poszczególnych minerałów jak i tego minerału pochodzącego z różnych naturalnych zbiorowisk.

Badanie wydłużenia cyrkonów oraz wykorzystanie statystyki L/S dla celów petrogenetycznych prowadzone było przez szereg badaczy zagranicznych, wśród których wymienić należy A. P o l d e r v a a r t a (21), W. A. E r m o ł a j e w a (5), G. H o p p e g o (8), W. W. L j a c h o w i c z a (14) i innych. Mimo pewnych zastrzeżeń G. H o p p e g o, że z krzy-

wych L/S można wyciągać wnioski w pewnym ograniczonym kręgu, wykonywanie pomiarów wydłużenia minerałów jest ważne dla zagadnień sedymentologicznych. Pomiar elongacji cyrkonów występujących w skałach osadowych, mogą być jednym z kryteriów pomocnym przy określaniu źródeł alimentacji. Odnośnie elongacji ziarn cyrkonu G. Hoppe (8) stwierdza, że cyrkonie ze skał metamorficznych mają mniejszy stosunek długości do szerokości (L/S), a z granitów większy. Obecność silnie wydłużonych cyrkonów w skałach osadowych może wskazywać, że źródłem ich alimentacji były głównie skały magmowe. Trzeba jednak mieć zawsze na uwadze, że na podstawie badań samych tylko cyrkonów nie można rozwiązać problemu genezy skał, a wyciąganie wniosków petrogenetycznych opierać się musi na badaniu całego zespołu minerałów budujących skałę, z uwzględnieniem ich cech fizjograficznych.

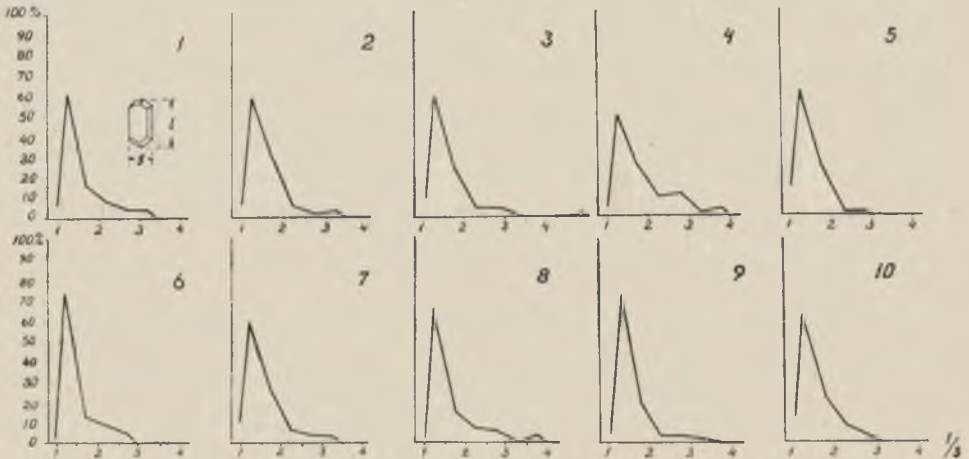
Tab. 4. Procentowy udział cyrkonów o różnym stopniu wydłużenia w wydmach Kotliny Chodelskiej frakcja 0,10—0,25 mm
Prozentanteil der Zirkone aus dem Chodelbecken mit verschiedenem Verlängerungsgrad. Fraktion 0,10—0,25 mm

Stosunek długości kryształu do szerokości L/S	Numery wydm										Śr*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	6	5	8	4	13	2	8	1	4	7	5,8
1,1—1,5	62	58	59	49	61	74	58	67	72	55	61,5
1,6—2,0	16	29	23	24	22	12	26	15	18	29	21,4
2,1—2,5	8	5	4	3	2	8	5	7	3	2	4,9
2,6—3,0	4	1	4	10	2	4	2	5	2	7	4,1
3,1—3,5	4	2	1	1	—	—	1	—	1	—	1,0
3,6—4,0	—	—	—	3	—	—	—	3	—	—	0,6
4,1—4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,6—5,0	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	0,1

* Śr — średnia arytmetyczna

Pomiary wydłużenia cyrkonów z 10 wydm Kotliny Chodelskiej zostały wykonane na około 1 000 ziarn — ich wyniki przedstawione są w tabeli 4, oraz na rycinie 5. W obliczeniach eliminowano natomiast okruchy cyrkonów. Z wykonanych pomiarów i obliczeń wynika, że w wydmach Kotliny Chodelskiej, w badanej frakcji, granice wydłużenia

cyrkonów zawarte są w przedziale od 1 do 5. Maksymalna ilość cyrkonów we wszystkich zbadanych próbkach ma wydłużenie wyrażające się stosunkiem L/S w granicach od 1,1 do 1,5. Ilość cyrkonów o kształcie kulistym waha się w poszczególnych próbkach od 1% do 13%, średnio 5,8%.



Ryc. 5. Diagram elongacji cyrkonów z wyd. Kotliny Chodelskiej
Diagramm der Zirkonelongationen aus Dünen des Chodelbeckens

Przytoczone wyżej wyniki pomiarów elongacji ziarn cyrkonów z wyd. Kotliny Chodelskiej są zbliżone do danych charakteryzujących cyrkony ze skał osadowych, które uzyskał G. Hoppe (8). Natomiast wartości charakteryzujące wydłużenie cyrkonów z osadów paleogeńskich, analizowanych przez W. A. Ermolajewa (5) są nieco odmienne, gdyż stosunek L/S waha się w granicach od 1 : 1 do 7 : 1, a najczęściej wynosi 2 : 1 i 3 : 1.

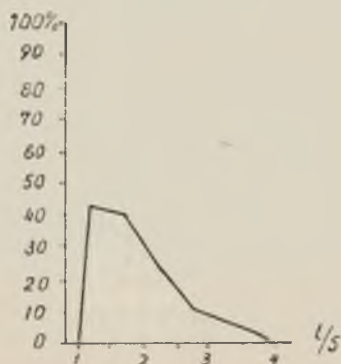
W ostatnich latach zostały zamieszczone w kilku pracach, charakteryzujących skały osadowe naszego kraju, wyniki pomiarów elongacji ziarn cirkonu. J. Łoziński (15) stwierdza, że stopień wydłużenia cyrkonów z piaskowców aalenu fliszowego wynosi od 2 do 3. Według M. Krysowkiej (11) w wapieniach karbońskich z Czernej koło Olkusa występują trzy rodzaje cyrkonów o różnym stopniu wydłużenia, których udział przedstawia się następująco: I) stosunek wydłużenia 1 : 1 wynosi 22%, II) 2 : 1 — 51% i III) 3 : 1 — 22%. W osadach współczesnych rzek Tatr Zachodnich analizowanych przez tę autorkę (12) mało jest cyrkonów wydłużonych, a stosunek wydłużenia wynosi 2 : 1. W piaskach złotońskich okolicy Złotorii według A. Grodzickiego (7) stopień wydłużenia cyrkonów wynosi 3,5 : 1.

Nawiązując do wydłużenia cyrkonów z piasków eolicznych Kotliny Chodelskiej należy podkreślić, że są one znacznie mniej wydłużone niż cyrkony pochodzące z innych typów skał osadowych. Średnia arytmetyczna dla poszczególnych stopni wydłużenia cyrkonów z piasków wydymowych Kotliny Chodelskiej wskazuje, że 88,7% kryształów cyrkonów odznacza się stosunkiem długości do szerokości, zawartym w granicach od 1 : 1 do 2 : 1, zaledwie 9% cyrkonów ma wydłużenie większe, wahające się od 2 : 1 do 3 : 1, 1,6% kryształów od 3 : 1 do 4 : 1 i tylko 0,1% powyżej 4.

Jest bardzo charakterystyczne, że udział kryształów idiomorficznych bądź minimalnie ogładzonych wynosi zaledwie kilka procent.

Jak wynika z przytoczonych wartości, najbardziej typowymi kryształami w piaskach wydymowych tego regionu są cyrkony o niewielkim stopniu wydłużenia. Uzyskane wyniki pomiarów wydłużenia badanych kryształów pochodzących z piasków wydymowych Kotliny Chodelskiej, potwierdzają obserwacje szeregu badaczy, że cyrkony ze skał osadowych mają w przewadze kształt zaokrąglony i stosunkowo mało wydłużony.

Dla porównania zbadano także cyrkony występujące w piaskach albskich na antyklinie Rachowa. Cyrkony te różnią się przede wszystkim odmiennym udziałem wydzielonych typów cyrkonów i tak: w piaskach albskich występuje więcej cyrkonów o budowie pasowej (do 6,7%), dominują cyrkony bezbarwne — 84,6%, żółte występują w ilości 3,7%, a żółtawe 5%. Większość cyrkonów (88,4%) posiada wrostki. Znaczniejsze różnice obserwuje się w udziale ziarn o różnym stopniu obtoczenia. W piaskach albskich jest więcej cyrkonów idiomorficznych (18,3%), a mniej niż w piaskach wydymowych obtoczonych (28,3%). Ziarna częściowo obtoczone przeważają, stanowiąc 53,4% ogólnej ilości cyrkonów. Także pomiary elongacji cyrkonów z piasków albskich wskazują (ryc. 6) na mniejszy udział ziarn



Ryc. 6. Diagram elongacji cyrkonów z piasków albskich antykliny rachowskiej
Diagramm der Zirkonelongationen der albsischen Sande des Rachower Sattels



Ryc. 7. Kryształy cyrkonów z wydm Kotliny Chodelskiej.
Jeden nikol, powiększenie około 80 ×

Zirkonkristalle der Dünen des Chodelbeckens.
Ein Nikol ungefähr 80 × vergrößert

Fot. autor



Ryc. 8. Typy cyrkonów z piasków albskich występujących w okolicy Annopola nad Wisłą

Zirkonotypusse der albschen Sande, welche in der Umgegend von Annopol a. d. Weichsel auftreten

Fot. autor

o wydłużeniu 1 : 1 do 1 : 1,5, pomimo że 71% cyrkonów ma wydłużenie zawarte w granicach od 1 : 1 do 2 : 1.

Porównanie cyrkonów z czwartorzędowych piasków eolicznych z cyrkonami środowiska morskiego (piaski albskie) umożliwi wyciągnięcie następujących wniosków:

1. W piaskach wydmych z Kotliny Chodelskiej, udział cyrkonów we frakcji ciężkiej jest zmienny i waha się w granicach od 2,2% do 17,1%. Przeważają kryształy bezbarwne, obok których dość liczne są też cyrkony z odcieniem żółtawym. Kryształy o budowie pasowej spotykane są bardzo rzadko.

2. Wśród cyrkonów dominują ziarna obtoczone, ilość ich waha się w granicach od 41% do 70%, średnio 56,0%. Ziarna idiomorficzne są nieliczne i występują przeciętnie w ilości kilku procent, średnio 5,3%.

3. Z pomiarów wydłużenia cyrkonów z piasków wydmych wynika, że przeważają ziarna kształtu eliptycznego, przy czym w większości kryształów stosunek długości do szerokości (L/S) zawiera się w granicach od 1 : 1 do 2 : 1.

4. Cyrkony pochodzące z piasków albskich różnią się od cyrkonów z piasków wydmych liczniejszym udziałem kryształów o budowie pasowej (6,7%) i znacznie większą ilością ziarn idiomorficznych (18,3%). W piaskach albskich występuje też znacznie mniej ziarn obtoczonych, a cyrkony są przeciętnie bardziej wydłużone.

5. Analiza typów cyrkonów, oparta na danych statystycznych, może być obok innych kryteriów wykorzystywana dla celów petrogenetycznych przy określaniu środowiska akumulacji, zwłaszcza w przypadku, gdy we frakcji ciężkiej minerał ten występuje w większej ilości.

LITERATURA

1. Bolewski A., Görlich E., Badał J.: Studium petrologiczne podłoża krystalicznego w Ostrowii Mazowieckiej (Petrological Studies of Crystalline Substratum touched by boring at Ostrów Mazowiecka. (Eastern Poland)). Kwart. Geol., t. 4, z. 1, Warszawa 1960.
2. Burzewski W., Heflik W.: Petrografia pstrego piaskowca między Radkowicami a Wrzosami koło Chęciny (Petrology of Bunter Sandstones between Radkowitz and Wrzosa in the vicinity of Chęciny. (Holy Cross Mountains)). Roczn. Pol. Tow. Geol., t. XXXII, z. 2, Kraków 1962.
3. Chlebowski R.: Minerale ciężkie piasków plażowych i wydmych wybrzeża Wyspy Wolin (Heavy minerals of the beach and dune sands of the Wolin Island (Northern Poland)). Biul. Geol. Uniw. Warsz., t. 4, Warszawa 1964.
4. Degenhardt H.: Untersuchungen zur geochemischen Verteilung des Zirkonium in Lithosphäre. Geochim. Cosmochim. Acta, 11, (1957).
5. Ermolajew W. A.: Morfologija kristalłow cirkona iz paleogienowych otłożenij okrainy Tomskogo Wała. Zapis. Wsiech. Minierałog. Obszcz. Wtoraja sierija, Wypusk 2, Moskwa—Leningrad 1961.

6. Feuchtbauer H.: Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. Erdöl und Kohle 12, Hamburg 1963.
7. Grodzicki A.: Piaski złotonośne okolic Złotoryi (Gold-bearing sands in the environs of Złotoryja). Arch. Mineralog., t. XXIV, z. 2, Warszawa 1963.
8. Hoppe G.: Die Verwendbarkeit Morphologischer Erscheinungen an Akzessorischen Zirkonen für petrogenetische Auswertungen. Abh. der Deutsch. Akad. der Wiss. zur Berlin, Berlin 1963.
9. Jahn A., Turnau-Morawska M.: Preglacjał i najstarsze utwory plejstocenske Wyżyny Lubelskiej (Preglacial and Oldest Pleistocene Deposits of the Lublin Upland). I. G., Biul. 65, Warszawa 1962.
10. Kelly T. L.: Statistical Methods. London 1924.
11. Krysovska M.: Minerale ciężkie w utworach karbońskich z Bolesławia koło Olkusza (Assemblages of heavy minerals in Carboniferous sediments perforated at Bolesław near Olkusz (Upper Silesian Coal Basin)). Kwart. Geol., t. 3, Warszawa 1959.
12. Krysovska M.: Analiza minerałów ciężkich w najmłodszych osadach sieci rzecznej Tatr Zachodnich. (An analysis of heavy minerals in Recent fluvial sediments in the Western Tatra Mts.). Roczn. Pol. Tow. Geol., t. XXXI, z. 1, Kraków 1961.
13. Krysovska M.: Analiza petrograficzna utworów środkowo-jurajskich z Rzeszotaru (Analyse pétrographique des roches du Jurassique moyen à Rzeszotary). Roczn. Pol. Tow. Geol., t. XXXII, z. 4, Kraków 1962.
14. Ljachowicz W. W.: Akcessornyje minerale effuziwnych i subeffuziwnych porod. Izw. Akad. Nauk SSSR. Sier. Geologiczeskaja, z. 12, Moskwa 1963.
15. Łoziński J.: Minerale ciężkie piaskowców aalenu fliszowego w pienińskim pasie skałkowym (Heavy minerals in Flysch Aalenian sandstones from the Pieniny Klippen-belt). Acta Geol. Pol., t. VI, z. 1, Warszawa 1956.
16. Łoziński J., Masicka H.: Badania minerałów ciężkich w piaskach plażowych Zatoki Gdańskiej (Recherches sur les minéraux lourds dans les sables littoraux du Golf de Gdańsk). Roczn. Pol. Tow. Geol., t. XXXII, z. 4, Kraków 1956.
17. Łydka K.: Utwory sarmackie okolic Rybnicy i Dwikoz. Szkic petrograficzny (Sarmatian deposits of Rybnica and Dwikozy (District Sandomierz). Petrographical Study). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. V (1950), 1, Lublin 1952.
18. Małkowski S.: O wydmach piaszczystych okolic Warszawy (Les dunes des environs de Varsovie). Pr. TNW 23, Warszawa 1917.
19. Maruszczak H., Trembaczowski J.: Próba porównania wydm śródłądowych okolic Widina (Bułgaria) i Wyżyny Lubelskiej (Polska) (Attempt of comparing continental dunes of the Vidin region (Bułgaria) with dunes the Lublin Plateau (Poland)). Czasop. Geogr., t. XXXI, z. 2, Warszawa—Wrocław 1960.
20. Morawski J.: Holocenske osady eoliczne w dorzeczu dolnej Wyżnicy (Holocene aeolian deposits in the basin of the lower Wyżnica River). Kwart. Geol., t. V, nr 3, Warszawa 1961.
21. Poldervaart A.: Statistical studies of zircon as a criterion in granitization. Nature, 165, (1950).

22. Pożaryska K.: Zagadnienia sedimentologiczne górnego mastrychtu i danu okolic Puław (The sedimentological problems of upper Maestrichtian and Danian of the Puławy Environment. (Middle Vistula)). P. I. G. Biul., 81, Warszawa 1952.
23. Przybyłowicz T.: Minerale ciężkie retykoliasu doliny Kamionki w Górach Świętokrzyskich (Heavy minerals of the Rhaetian-Liassic in the Kamionka Valley, Holy Cross Mountains (Central Poland)). Arch. Miner., t. XXIV, z. 1, Warszawa 1960.
24. Sawicka E.: Minerale ciężkie w piaskach plażowych polskiego wybrzeża Bałtyku. I. G., Biul. 10, Warszawa 1953.
25. Sidorenko A. B.: Eołowaja diffierencyacija wieszczestwa w pustynie. Izw. Akad. Nauk SSSR. Sier. Geograf., z. 3, Moskwa 1956.
26. Smulikowski K.: Minerale skałotwórcze. Warszawa 1955.
27. Sujkowski Z.: Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski (Etude pétrographique du Crétacé, de Pologne. La série de Lublin et sa comparaison avec la craie blanche). Spraw. P. I. G., t. VI, z. 3, Warszawa 1931.
28. Trask P. D.: Origin and Environments of Source Sediments of Petroleum. Nat. Res. Coun. Rept. Comm. Sed. 1932.
29. Trembaczowski J.: Próba wyjaśnienia pochodzenia piasków plaży i wydmy w Puławach (Origin of beach and dune-sands in Puławy). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. III (1948), Lublin 1949.
30. Turnau-Morawska M.: Piaskowiec albski okolic Rachowa nad Wisłą (An Albian sandstone in the environment of Rachów on the Vistula-river). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. III (1948), Lublin 1949.
31. Turnau-Morawska M.: Spostrzeżenia dotyczące sedimentacji i diagenety sarmatu Wyżyny Lubelskiej (Remarks concerning sedimentations and diagenesis of Sarmation deposits on the Lublin-Upland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. IV (1949), Lublin 1950.
32. Turnau-Morawska M.: Znaczenie analizy minerałów ciężkich w rozwiązywaniu zagadnień geologicznych. Acta Geol. Pol., v. V, z. 3, Warszawa 1955.
33. Unrug R., Calikowski A.: Sedimentacja i petrografia warstw połomskich (Sedimentation and petrology of the Połomia Beds). Roczn. Pol. Tow. Geol., t. XXX, z. 2, Kraków 1960.
34. Wojciechowski J.: O cyrkonach mikroskopowych ze skał dolnokambryjskich we wschodniej części Gór Świętokrzyskich (Sur les zircons microscopiques de roches infracambriennes de la partie orientale du Massif de S-te Croix). Spraw. P. I. G., Warszawa 1930.
35. Zerndt J.: Petrographische Studien über Karpathen-Sandsteine der Umgegend von Ciężkowice (südl. von Tarnów) (Petrografia piaskowców z okolic Ciężkowic). Bull. intern. Acad. Pol., Kraków 1924.
36. Zerndt J.: Über mikroskopische Zirkone aus den Karpatensandsteinen der Umgegend von Ciężkowice (südl. von Tarnów) (O mikroskopowych cyrkonach z piaskowców z okolic Ciężkowic). Bull. intern. Acad. Pol., A., Kraków 1924.
37. Zerndt J.: Mikroskopische Zirkone als Leitmineralien (Mikroskopowe cyrkony jako minerale przewodnie). Bull. intern. Acad. Pol., A., Kraków 1927.
38. Zerndt J.: O wskaźniku wydłużenia kilku minerałów. W. Księga Pam. XIII Zjazdu Lek. Przyr., Wilno 1930.

Характеристика цирконов из дюн Ходельской Котловины

Резюме

В западной части Люблинской возвышенности, на территории Ходельской Котловины, встречаются дюны, высота которых достигает до 20 м. Дюнные пески образованы, главным образом, из двух фракций осадков: 0,10—0,25 мм и 0,25—0,50 мм; другие фракции здесь играют второстепенную роль. Средний размер зерен песка (медиана) колеблется в границах 0,20—0,33 мм.

Коэффициент сортирования колеблется в границах 1,386—1,680, что свидетельствует о хорошем и среднем сортировании песков.

Минеральный состав 0,10—0,25 мм: тяжелая фракция составляет часть процента и колеблется в границах 0,24—0,53%; в легкой фракции доминирует кварц (94,0—97,6%), полевые шпаты выступают в количестве 2,4—6,0% и среди них выделяются наиболее устойчивые к выветриванию микролин и альбит. Наряду с этими минералами установлено наличие обломков пород, роговых образований и кварцитов.

Тяжелая фракция представляет собой комплекс минералов, среди которых важнейшее значение имеют гранат, циркон, турмалин, ставролит, дистен, амфибол, а также непрозрачные минералы (главным образом окиси железа и титана).

Большинство минералов тяжелой фракции имеют зерна частично или даже хорошо окатанные (рис. 3), идиоморфные зерна встречаются в незначительных количествах. Установленный комплекс тяжелых минералов может происходить от различного типа как магматических, так и метаморфических пород. Значительная степень окатки минеральных зерен указывает на то, что дюны были сформированы из песков, прошедших несколько седиментационных циклов.

Из всех тяжелых минералов исследованных песков, взятых из 10 дюн, циркон играет важнейшую роль, составляя от 2,2 до 17,1% объемного содержания тяжелой фракции. Среди цирконов преобладают бесцветные цирконы; небольшой процент составляют желтые и желтоватые кристаллы. Содержание окатанных цирконов преобладающее (41—70%). Количество идиоморфных кристаллов незначительно — 3—8%. Большинство цирконов содержат включения.

Результаты проведенного измерения удлинения почти 1000 зерен (элонгации) циркона, т. е. определения отношения длины кристалла (L) к его ширине (S), представлены в таблице 4, а графически показаны на рис. 5. Из приведенных измерений следует, что максимальное количество цирконов во всех обследованных породах имеет удли-

нение в границах 1,1—1,5. Содержание цирконов шарообразной формы колеблется в отдельных пробах от 1 до 13% (в среднем 5,8%).

Сравнение цирконов, происходящих из золотых песков Ходельской Котловины, с цирконами других типов осадочных пород показывает, что первые удлинены значительно меньше. Из средней арифметической следует, что отношение длины к ширине у 88,7% кристаллов цирконов колеблется в границах 1:1—2:1, лишь только 9% цирконов имеют удлинение большее 2:1—3:1, а 1,6% кристаллов — 3:1—4:1 и лишь 0,1% — выше 4.

Полученные данные являются подтверждением наблюдений ряда исследователей, установивших, что осадочные цирконы имеют чаще всего округленную форму или немного удлиненную.

Для сравнения были проведены аналогичные измерения на цирконах из морских альбских песков, выступающих на антиклинали Рахова, лежащей на 30 км южнее Ходельской Котловины.

Цирконы из альбских песков отличаются степенью окатанности и удлинением зерен. В альбских песках больше идиоморфных цирконов (18,3%), меньше окатанных (28,3%), доминируют же частично окатанные зерна (53,4%). В меньшем количестве присутствуют зерна с удлинением 1:1—1:1,5, несмотря на то, что 71% цирконов имеют удлинение в границах 1:1—2:1.

Сравнение цирконов из четвертичных золотых песков с цирконами морской среды (альбские пески) свидетельствует о том, что анализ цирконов, основанный на статистических данных, может быть использован для вынесения заключений о источниках алиментации, особенно тогда, когда в тяжелой фракции выступают только наиболее устойчивые минералы, к которым принадлежит и циркон.

Табл. 1. Параметры и гранулометрические коэффициенты дюнных песков Ходельской Котловины.

Табл. 2. Минеральный состав дюнных песков Ходельской Котловины; фракция 0,10—0,25 мм.

Табл. 3. Процентное содержание различных видов цирконов в дюнах Ходельской Котловины; фракция 0,10—0,25 мм.

Табл. 4. Процентное содержание по-разному удлинённых цирконов в дюнах Ходельской Котловины; фракция 0,10—0,25 мм.

Рис. 1. Схема размещения исследованных дюн в Ходельской Котловине. 1 — дюны, 2 — местности.

Рис. 2. Гистограмма содержания отдельных фракций в дюнных песках Ходельской Котловины. Поля, густо заштрихованные, включены между крайними величинами отдельных фракций.

Рис. 3. Комплекс тяжелых минералов дюнных песков из Ходельской Котловины. Увелич. около 50×; обыкновенный свет.

Рис. 4. Диаграмма содержания отдельных типов цирконов в дюнах Ходельской Котловины.

Рис. 5. Диаграмма элонгации цирконов из дюн Ходельской Котловины.

Рис. 6. Кристаллы цирконов из дюн Ходельской Котловины. Один николь; увелич. около $80\times$.

Рис. 7. Диаграмма элонгации цирконов из альбских песков Раховской антиклинали.

Рис. 8. Виды цирконов, встречающихся в альбских песках в районе Анно-пола над Вислой.

Eine Charakteristik der Zirkone aus Dünen des Chodelbeckens

Zusammenfassung

Im westlichen Teil der Lubliner Hochfläche, auf dem Gebiet des Chodeler Beckens treten zahlreiche Dünen auf, deren Höhe sogar 20 m beträgt. Der Dünensand ist hier hauptsächlich aus zwei Ablagerungsfraktionen entstanden und zwar aus der 0,10—0,25 mm und 0,25—0,50 mm Fraktion; andere Fraktionen übten hier nur einen nebensächlichen Einfluss. Die mittlere Korngrösse (Mediana) schwankt in den Grenzen 0,20 mm bis 0,33 mm.

Der Aussortungskoeffizient S_o schwankt in den Grenzen von 1,386 bis 1,680, was darauf hinweist, dass der Dünensand gut und mittelgut sortiert ist.

Die Mineralzusammensetzung der Fraktion 0,10—0,25 mm stellt sich folgendermassen dar: Schwerminerale haben einen minimalen Prozentanteil und schwanken in den Grenzen zwischen 0,24 und 0,53%.

In der Leichtmineralienfraktion dominiert der Quarzanteil von 94,0% bis 97,6%, Feldspate 2,4% bis 6% hier überwiegen solche, die am meisten auf Witterungseinflüsse widerstandsfähig sind — Mikroklin und Albit. Neben diesen Mineralien stellte man Gesteinstrümmer von Opoka, Felshornen und Quarziten fest.

Die Schwermineralienfraktion repräsentierten Mineralien, unter denen Granate, Zirkone, Turmaline, Staurolithe, Disthene und Amphibole den grössten Anteil haben, wie auch undurchsichtige Minerale (hauptsächlich Eisen- und Titanoxyde).

Die meisten Mineralien der Schwerfraktion haben teils oder sogar gut abgerundete Körner (Abb. 3). Idiomorphe Körner treten nur gering auf. Die hier festgestellten Schwerminerale können ihren Ursprung aus verschiedenen magma- und metamorphen Gesteinstypen haben. Der gute Abrundungsgrad der Mineralkörner weist darauf hin, dass die Dünen aus Sand entstanden, der schon einige Sedimentationszyklusse bestand.

Unter den Schwermineralien des analysierten Sandes von 10 Dünen, spielt der Zirkon eine wichtige Rolle ab, da sein Anteil 2,2% bis 17,1% der gesamten Schwerfraktion beträgt. Unter den Zirkonen dominieren

farblose Exemplare, einen kleinen Prozentanteil bilden gelbe und gelbliche Kristalle. Es überwiegen abgerundete Zirkone, die sich prozentual von 41 bis 70% darstellen, idiomorphe Kristalle treten seltener auf von 3 bis 8%. Eine überwiegende Anzahl der Zirkone weist Einwachsungen auf.

Man durchführte Elongationsmessungen des Zirkons und so stellte man das Verhältnis der Längsachse des Kristalls (L) zu seiner Breite (S) an etwa 1000 Körnern fest. Tabelle Nr 4 sowie die graphische Darstellung Nr 5 stellt dies dar. Diese Messungen ergeben, dass die maximale Anzahl der Zirkone aller untersuchter Proben eine Längsformung L/S besitzen, welche sich in den Grenzen 1,1 bis 1,5 erhalten. Die Anzahl der kugelförmigen Zirkone schwankt in den einzelnen Proben von 1% bis zu 13%, mittelmässig 5,8%.

Die Vergleichung der Zirkone, die aus äolischen Sanden des Chodelbeckens stammten mit denen aus anderen Sedimentgesteinstypen stammenden, weist darauf hin, dass die Ersten viel minder langgestaltet sind. Aus dem arithmetischen Mittel geht hervor, dass bei 88,7% der Zirkonkristalle das Längen- zum Breitenverhältnis sich in den Grenzen 1 : 1 bis 2 : 1 hält. Nur 9% der Zirkone hat eine stärkere Längsgestaltung, die sich in 2 : 1 bis 3 : 1 widerspiegelt, bei 1,6% der Kristalle ist er von 3 : 1 bis 4 : 1 und nur bei 0,1% beträgt er mehr als 4.

Aus den hier angeführten Zahlenangaben geht hervor, dass Zirkone aus Dünensedimenten des Chodelbeckens sich durch einen kleinen Verlängerungsgrad kennzeichnen. Die erzielten Angaben sind mit Beobachtungen einer ganzen Reihe von Forschern gleichdeutig, welche feststellten, dass Sedimentzirkone überwiegend rundkörnig und verhältnismässig gestaltet sind.

Für Vergleichungszwecke wurden noch analogische Messungen von Zirkonkristallen der albischen Meersande durchgeföhrt, die etwa 30 km südlich dem Rachower Sattel entnommen wurden.

Zirkone aus albischen Sanden sind verschieden hinsichtlich des Abrundungsgrades sowie in der Kornelongation gestaltet. Albischer Sand enthält mehr idiomorphe Zirkone (18,3%) und weniger abgerundete (28,3%), es überwiegen nur teilweise abgerundete Körner (53,4%). Einen kleineren Anteil haben Körner mit verlängerten Längsachse 1 : 1 bis 1 : 1,5, obwohl 71% der Zirkone eine Ellipsenführung in den Grenzen von 1 : 1 bis 2 : 1 aufweisen.

Die Vergleichung der Zirkone aus äolischen Quartärsanden mit denen aus albischen Sanden ermöglichte uns nachstehende Folgerungen zu ziehen:

1. In Dünensanden des Chodelbeckens ist der Zirkonanteil in der schweren Fraktion unterschiedlich und schwankt in den Grenzen von

2,2% bis 17,1%. Es überwiegen farblose Kristalle, daneben oft solche mit gelblicher Färbung. Kristalle mit Streifenbau sind sehr selten anzutreffen.

2. Unter den Zirkonen dominieren abgerundete Körner, ihre Anzahl schwankt in den Grenzen 41% bis 70%, mittelmässig 56,0%. Idiomorphe Körner treten sehr selten auf, durchschnittlich 5,3%.

3. Messungen der Längsachse von Zirkonen aus Dünen sand ergaben, dass ellipsenförmige Körner überwiegen, wobei das Längen- zum Breitenverhältnis (L/S) sich in den Grenzen von 1 : 1 bis 2 : 1 erhielt.

4. Zirkone der albischen Sande unterscheiden sich von denen aus Dünen sanden durch einen weit stärkeren Anteil von Kristallen mit Streifenbau (6,7%) und einer weit grösseren Anzahl idiomorphischer Körner (18,3%). In albischen Sanden treten viel seltener abgerundete Körner auf und Zirkonkristalle sind durchschnittlich mehr längsgestaltet.

5. Die Zirkonenanalyse, die sich auf statistische Angaben stützt — kann neben anderen Kriterien auch für petrogenetische Ziele bei Bestimmungen des Akkumulationsmilieus ausgewertet werden und besonders im Falle, wenn in der Schwerfraktion dieses Mineral in grösseren Mengen auftritt.

