

Z Katedry Geologii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS
Kierownik: doc. dr habil. Jan Morawski

Jan MORAWSKI i Krzysztof WOJCIECHOWSKI

Piaski żelazisto-cyrkonowe z wybrzeży Urugwaju koło miejscowości Atlantida

Железисто-цирконовые пески с побережья Уругвая около города Атлантида

Zircon-ferrous Sands from the Uruguay Coast in the Vicinity of Atlantida

W czasie wyprawy jachtu „Śmiały”, zorganizowanej przez Polskie Towarzystwo Geograficzne, napotkano na południowym wybrzeżu Urugwaju koło miejscowości Atlantida, położonej około 20 km na wschód od Montevideo w departamencie Canelones, interesujące złoża piasku plażowego, odznaczające się dużym udziałem minerałów frakcji ciężkiej, wśród których dominują żelaziak tytanowy, magnetyt i cyrkon.

Piaski te występują na stosunkowo wąskiej plaży u podnóża kilkunastometrowego klifu, zbudowanego z luźnych utworów piaszczystych, miejscami zwydmionych, porośniętych lasem sosnowo-eukaliptusowym. Mniej więcej na poziomie morza w strefie przyboju zaznaczają się wśród piasku plażowego ciemniejsze smugi (ryc. 1), wskazujące na znacznie większą koncentrację minerałów ciężkich. Z ciemnej smugi piasku plażowego pobrano próbkę, która stała się podstawą do niniejszego opracowania.

Podkreślić należy, że od dawna znany jest fakt występowania wśród piasków plażowych wschodnich wybrzeży Ameryki Południowej obszarów bogatych w minerały ciężkie (na przykład w stanie Espirito Santo w Brazylii piaski są eksploatowane, stanowiąc źródło monacytu i cyrkonu).

Rzeźba południowych wybrzeży Urugwaju jest bardzo urozmaicona: występują na nim na przemian skaliste przylądki i rozciągające się pomiędzy nimi obniżenia, zajęte przez plaże. W strefie wybrzeży obserwu-



Fot. K. Wojciechowski

Ryc. 1. Plaża z ciemnymi ławicami piasku żelazisto-cyrkonowego koło miejscowości Atlantida (Urugwaj)

The beach with dark patches of ferro-zircon sand in the vicinity of Atlantida (Uruguay)

je się dziś proces odmładzania erozji, spowodowany podnoszeniem się wybrzeży. Ruchy epejrogeniczne trwają już od końca trzeciorzędu.

W wyniku erozji niszczone są głównie luźne lub słabo scementowane utwory klastyczne trzeciorzędowe i czwartorzędowe. Skaliste przyładki są bardziej odporne na proces erozji. Zbudowane są one z różnych typów skał, takich jak pegmatyty granitowe, aplity, różnego rodzaju łupki krystaliczne, a nawet kwarcyty.

Badany osad plażowy pochodzący z wybrzeży Urugwaju koło miejscowości Atlantida jest piaskiem drobnoziarnistym, o średnim rozmiarze ziarn (Md) wynoszącym 0,14 mm; dominuje w nim frakcja 0,1—0,25 mm. Ziarna większe występują w niewielkiej ilości i koncentrują się głównie we frakcji 0,25—0,50 mm, a we frakcji 0,50—1,00 mm obecne są tylko w śladach.

Dane granulometryczne piasku przedstawiają się następująco:

Tabela 1

Uziarnienie w % Size distribution in %				Parametry i współczynniki granulometryczne Granulometric parameters and coefficients				
1—0,5	0,50—0,25	0,25—0,10	0,10	Q ₁	Md	Q ₃	So	Sk
+	1	76	23	0,11	0,14	0,17	1,545	0,954

We frakcjach 0,10—0,25 i 0,25—0,50 mm przeważa kwarc, natomiast we frakcji mniejszej od 0,10 mm niemal wyłącznym składnikiem są minerały ciężkie. Piasek odznacza się średnim stopniem wysortowania (So), wielkość współczynnika asymetrii (Sk) wskazuje, że frakcja grubsza jest lepiej wysortowana. Stopnie wysortowania piasków według klasyfikacji H. Feuchtbauera (1959) są następujące: gdy $\sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$ wynosi do 1,23, osad jest bardzo dobrze wysortowany, do 1,41 — dobrze, do 1,74 — średnio, do 2,00 — źle, a ponad 2,00 — bardzo źle wysortowany.

Obtroczenie kwarcu przedstawia się następująco: w obu badanych frakcjach 0,10—0,25 mm i 0,25—0,50 mm przeważają ziarna częściowo obtoczone (CO), przy jednoczesnym udziale ziarn obtoczonych (O), ziarna kanciaste (K) są nieliczne i stanowią przeciętnie po kilka procent. Stosunki te ilustruje tab. 2.

Tabela 2

Frakcja w mm Fraction in mm	Obtroczenie ziarn kwarcu w % Roundness of the quartz grains in %		
	K	CO	O
0,10—0,25	7	68	25
0,25—0,50	6	70	24

Wśród ziarn kwarcu przeważają ziarna o błyszczącej powierzchni, co świadczy o tym, że obróbka ich zachodziła w środowisku wodnym.

Piaski są wyraźnie wzbogacone w minerały ciężkie, a frakcja ciężka stanowi w nich wagowo aż 21% osadu. Analizując piasek pod mikroskopem, łatwo można zauważyć, że ziarna kwarcu są przeciętnie dwukrotnie większe niż ziarna dominujących minerałów frakcji ciężkiej — ilmenitu, magnetytu i cyrkonu. Zostało to wywołane działalnością fal morskich, powodującą selekcję ziarn pod względem ich ciężaru właściwego. Wskutek tego w piasku plażowym gromadziły się ziarna kwarcu o cięż-

żarze właściwym około 2,6, a więc około dwukrotnie większe od ziarn magnetytu o ciężarze właściwym około 5,1, ilmenitu — 4,72 i cyrkonu — około 4,7.

We frakcji ciężkiej głównymi minerałami są tlenki żelaza i tytanu, zwłaszcza ilmenit i magnetyt, cyrkon, epidot oraz granat. Inne minerały ciężkie odgrywają rolę podrzędną.

Tabela 3

Skład mineralny frakcji ciężkiej piasków plażowych z wybrzeży Urugwaju w %	
Mineral composition of the heavy fraction from the beach sands from Atlantida (Uruguay) in %	
Min. nieprzezroczyste	67,3
Cyrkon	13,3
Rutyl	0,8
Turmalin	0,7
Granat	4,7
Epidot	7,1
Staurolit	2,1
Amfibol	0,5
Dysten	0,3
Apatyt	1,0
Monacyt	1,1
Tytanit	0,5
Chloryt	0,5

We frakcji tej występują minerały o różnym stopniu odporności na procesy wietrzenia. Wśród minerałów bardzo odpornych przeważa cyrkon, natomiast rutyl i turmalin są nieliczne. Z minerałów odpornych na czoło wysuwa się staurolit. Stosunkowo duży jest też udział we frakcji ciężkiej minerałów z grupy epidotu i granatu, które zaliczane są raczej do minerałów o średniej odporności na procesy wietrzenia. Wśród minerałów nieprzezroczystych głównymi minerałami są ilmenit i magnetyt.

Charakterystyka minerałów ciężkich przedstawia się następująco:

i l m e n i t — barwa żelazistoczarna, ziarna nieforemne, częściowo obtoczone, rzadziej obtoczone, niektóre ziarna wydłużone. Płaskie kryształy stosunkowo rzadkie. Powierzchnia większości ziarn chropowata. W świetle słonecznym część ziarn silnie migoce. Białych nalotów leukoksenu nie zaobserwowano. Minerał ten jest słabo magnetyczny;

m a g n e t y t — barwa żelazistoczarna, silnie magnetyczny, ziarna przeważnie obtoczone, o zarysie kolistym lub nieco wydłużonym, a także nieforemne. Powierzchnia ziarn podobnie jak u ilmenitu chropowata i silnie migocąca w świetle słonecznym. Przy odróżnianiu ilmenitu od magnetytu, w badanej frakcji bardzo do siebie podobnych, zwracano szczególną uwagę na ich własności magnetyczne i chemiczne;

c y r k o n — występuje zwłaszcza w postaci ziarn częściowo obtoczonych i obtoczonych. Kryształy cyrkonu są przeważnie bezbarwne, a tylko po kilka procent przypada na ziarna barwy zielonej i brunatnej. Kryształy o budowie pasowej są nieliczne, duży jest też procent ułamków kryształów. Szczegółową charakterystykę tego minerału zamieszczono w dalszej części pracy;

r u t y l — ciemnoczerwony, częściowo obtoczone ziarna, nieco wydłużone, oraz żółtoczerwone nieforemne kryształy. Spotyka się też bliźniaki;

t u r m a l i n — w postaci krótkich słupków z zaokrąglonymi narożami, pleochroizm od jasnobrunatnego do czarnobrunatnego;

g r a n a t — ziarna o różnym stopniu obtoczenia, przewaga częściowo obtoczonych i kanciastych, część kryształów ma powierzchnię nierówną, skorodowaną;

e p i d o t — ziarna pokroju tabliczkowego, zielonożółtawe, częściowo obtoczone i obtoczone, powierzchnia nierówna, pokryta rysami;

s t a u r o l i t — nieforemne ziarna lub słupy, częściowo obtoczone lub kanciaste, niektóre z czarnymi wrostkami tlenków żelaza, słaby pleochroizm w żółtych odcieniach;

d y s t e n — bezbarwny, nieobtoczony lub częściowo obtoczony, o pokroju słupowym, ze śladami łupliwości w dwu kierunkach;

a m f i b o l — płaskie, tabliczkowate kryształy ze śladami łupliwości równoległe do wydłużenia, pleochroizm dość silny od jasnozielonego do ciemnozielonego;

a p a t y t — ziarna wydłużone, obtoczone lub częściowo obtoczone, bezbarwne, nieznacznie porysowane;

m o n a c y t — szerokie, płaskie, bezbarwne, obtoczone kryształy oraz brunatne, obtoczone, szerokie ziarna;

t y t a n i t — ciemnobrunatne, obtoczone ziarna;

c h l o r y t — płytki zielonej barwy o zaokrąglonych narożach, przeważnie izotropowe.

Podana wyżej charakterystyka minerałów ciężkich pochodzących z piasków plażowych wybrzeża Urugwaju przypomina opisy minerałów z różnych typów osadów piaszczystych na terenie Europy.

We frakcji lekkiej obok kwarcu, który zdecydowanie przeważa, występują nieliczne silnie zwietrzałe skalenie w ilości około 3%.

Wśród idiomorficznych cyrkonów przeważają kryształy o pokroju słupów, zakończonych podwójną piramidą. Udział kryształów idiomorficznych jak na skały osadowe jest dość znaczny i wynosi 15,3%. Dominują jednak kryształy częściowo obtoczone, u których krawędzie i naroża zostały zaokrąglone (ryc. 2). Udział tych kryształów stanowi 47,1%. Wśród cyrkonów obtoczonych, występujących w ilości 37,6%, przeważają ziarna wydłużone, ziarna kuliste są mniej liczne (ilość ich wynosi 5,3% — ryc. 4). Występuje stosunkowo dużo okruchów cyrkonów, przeważnie nieobtoczonych lub tylko częściowo obtoczonych. Ich udział w stosunku do ogólnej ilości cyrkonów wynosi 16,7%. Fakt ten tłumaczyć można dwojako: po pierwsze — w czasie rozpadu skał macierzystych prawdopodobnie dużą rolę odgrywał proces wietrzenia mechanicznego, po drugie — w transporcie pewna część cyrkonów mogła ulec rozpadowi.

Pomiary elongacji cyrkonów wykazują, że większość ziarn, bo aż 66,5%, odznacza się stosunkiem długości kryształu (L) do szerokości (S) w granicach od 1:1 do 2:1. 29,1% cyrkonów posiada wydłużenie od 2:1 do 4:1, a tylko 2,4% cyrkonów powyżej 4:1. Ekstremalne granice wydłużenia cyrkonów (L/S) wahają się w granicach od 1:1 do 5,6:1, a więc obok ziarn kulistych występują kryształy silnie wydłużone (ryc. 5). Na podstawie wykonanych pomiarów stwierdzono, że długość kryształów wahała się w granicach od 0,037 mm do 0,315 mm, ale dominowały kryształy o długości od 0,09 mm do 0,17 mm, natomiast szerokość wahała się od 0,03 mm do 0,12 mm, najczęściej od 0,055 mm do 0,092 mm.

Nawiązując do wydłużenia cyrkonów jako wskaźnika pochodzenia, można przypuszczać, że analizowane cyrkonony mogą pochodzić ze skał metamorficznych lub starszych skał osadowych, a także ze skał wylewnych. Wskazują na to badania G. H o p p e g o (1963), który stwierdził, że maksima L/S dla wymienionych wyżej skał zawarte są w granicach wydłużenia poniżej 2. Część cyrkonów pochodzi jednak zapewne ze skał typu granitów, gdyż cyrkonony z tych skał mają wydłużenie (L/S) przeważnie powyżej 2, a w badanych piaskach cyrkonony o takim stopniu wydłużenia są liczne.

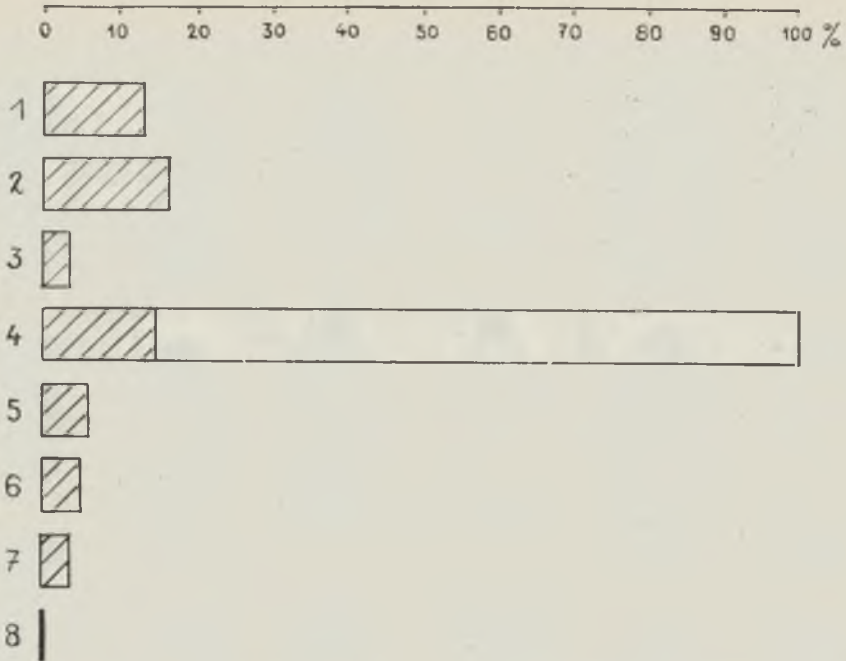
Cyrkonony z piasków czwartorzędowych Wyżyny Lubelskiej, badane przez współautora (1965), w porównaniu z cyrkonami występującymi w piaskach plażowych na wybrzeżu Urugwaju są lepiej obtoczone, a kryształy bardziej kuliste — maksimum wydłużenia (L/S) zawiera się w granicach od 1,1 do 1,5. Różnią się też wyraźnie procentowym udziałem cyrkonów idiomorficznych, które w piaskach wydmowych na Wyżynie Lubelskiej występują w ilości od 1 do 8%, a w rzecznych dochodzą maksymalnie do 12%. W piaskach plażowych z Ameryki Południowej udział ich jest natomiast większy i wynosi 15,3%.



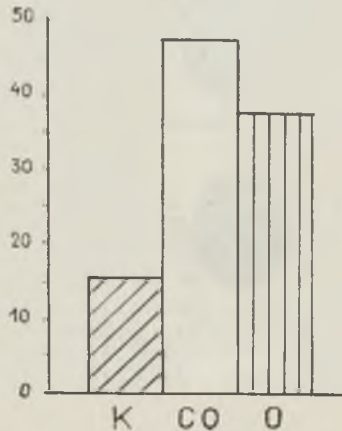
Fot. J. Morawski

Ryc. 2. Typy cyrkonów z piasków plażowych. Okolica miejscowości Atlantida (Urugwaj)

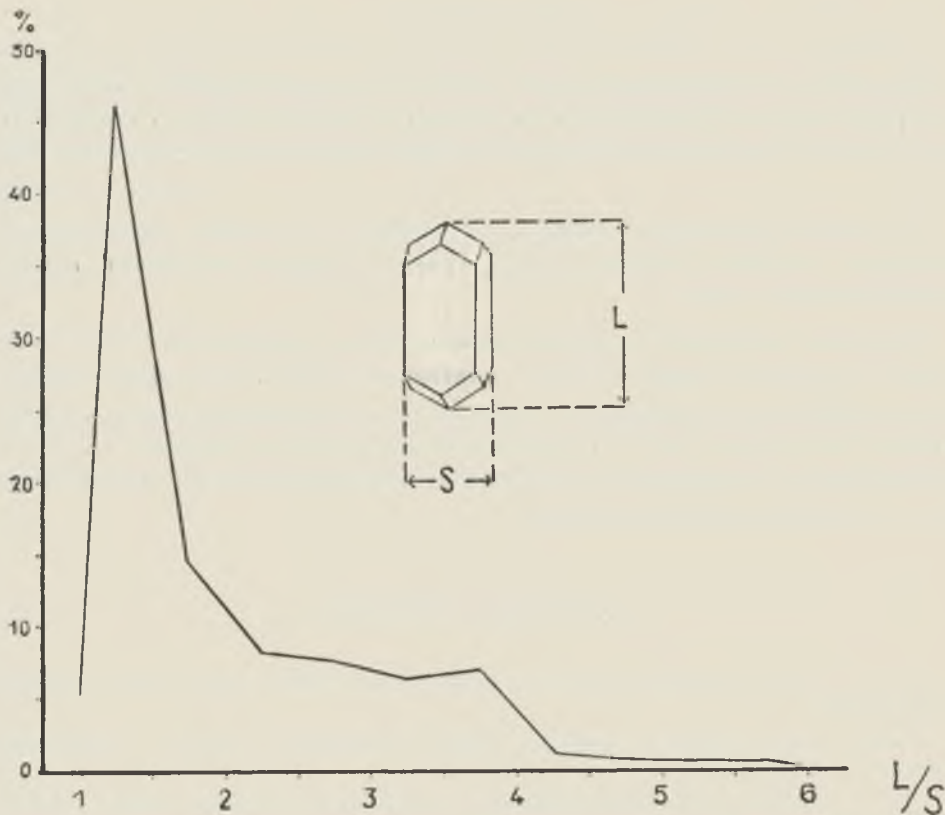
Types of zircons from beach sand near Atlantida (Uruguay)



Ryc. 3. Diagram udziału poszczególnych typów cyrkonów w piaskach plażowych z okolicy miejscowości Atlantida (Urugwaj); 1—udział we frakcji ciężkiej, 2—udział ułamków cyrkonów, 3—kryształy o budowie pasowej, 4—stosunek kryształów barwnych do bezbarwnych, 5—kryształy barwy zielonawej, 6—kryształy barwy brunatnej, 7—kryształy barwy jasnobrunatnej, 8—kryształy barwy żółtej
Diagram showing relations between particular types of zircon grains from beach sand near Atlantida (Uruguay); 1—content of heavy fraction, 2—content of the broken fragments, 3—crystals of stripped structure, 4—relation between coloured and uncoloured crystals, 5—greenish crystals, 6—brown crystals, 7—light brown crystals, 8—yellow crystals



Ryc. 4. Diagram obtoczenia kryształów cyrkonów z piasków plażowych z okolicy miejscowości Atlantida w Urugwaju; K—kryształy idiomorficzne, CO—częściowo obtoczone, O—obtoczone
Roundness diagram of zircon grains from beach sand near Atlantida (Uruguay); K—idiomorphic crystals, CO—partly rounded grains, O—rounded grains



Ryc. 5. Diagram elongacji cyrkonów z piasków plażowych z okolicy miejscowości Atlantida w Urugwaju
Elongation diagram of zircons from beach sand near Atlantida (Uruguay)

L I T E R A T U R A

1. Chebotaroff J.: Tierra Uruguay. Montevideo 1960.
2. Fuechtbauer H.: Zur Nomenklatur der Sedimentgestein „Erdöl u. Kohle”. 12, Hamburg 1959.
3. Hoppe G.: Die Verwendbarkeit morphologischer Erscheinungen an Akzesorischen Zirkonen für petrogenetische Auswertungen. Abh. der Deutsch. Akad. der Wiss. zur Berlin, 1, Berlin 1963.
4. Morawiecki A.: Piaski tytanowo-cyrkonowe z przylądka Verga w Gwinei (Titanium-Zircon Sands from Cape Verga in Guinea). Kwart. Geol., t. 6, z. 1, Warszawa 1962.
5. Morawski J.: Osady piaszczyste Wyżyny Lubelskiej. Studium sedimentologiczne. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Wydż. Biol. i Nauk o Ziemi, Lublin 1965.

РЕЗЮМЕ

Во время экспедиции на яхте „Смелый“, организованной Польским Географическим Обществом, был найден на пляже около г. Атлантида (в 20 км от Монтовидео, Уругвай) богатый тяжелыми минералами песок.

В тяжелой фракции, которая составляет 21% осадка, преобладает ильменит, магнетит, циркон, эпидот, гранат, а другие минералы играют второстепенную роль.

Цирконы выступают в форме идиоморфных кристаллов (15,3%), частично окатанных зерен (47,1%) и окатанных (37,6%). Элонгация цирконов колеблется в границах от 1:1 до 5,6:1 и преобладают зерна с удлинением достигающим до 2:1. Исследованные цирконы происходят, правдоподобно, от нескольких типов пород: метаморфических, магматических и старших осадочных пород.

ОБЪЯСНЕНИЯ РИСУНКОВ

Рис. 1. Пляж с темными отмелями железисто-цирконового песка около г. Атлантида, Уругвай.

Рис. 2. Типы цирконов пляжевых песков. Окрестность около г. Атлантида, Уругвай.

Рис. 3. Диаграмма участия отдельных типов циркона в пляжевых песках, окрестность г. Атлантида, Уругвай: 1) участие в тяжелой фракции, 2) участие обломков циркона, 3) формы зонального строения, 4) отношение цветных кристаллов к бесцветным, 5) зеленоватые кристаллы, 6) бурые кристаллы, 7) светло-бурые кристаллы, 8) желтые кристаллы.

Рис. 4. Диаграмма окатанности кристаллов циркона пляжевых песков, окрестность г. Атлантида, Уругвай. К — идиоморфные кристаллы, СО — частично окатанные, О — окатанные.

Рис. 5. Диаграмма элонгации цирконов пляжевых песков, окрестность г. Атлантида, Уругвай.

SUMMARY

The samples of beach sand enriched with heavy minerals were taken near Atlantida (20 km eastward of Montevideo, Uruguay) during the expedition on s/y Śmiały, organized by Polish Geographical Society.

Ilmenite, magnetite, zircon, epidote and garnet are dominant in the heavy fraction which forms 21% of the sediment, whereas other minerals play a subordinate role.

Zircons occur in the form of idiomorphic crystals (15.3%), partly rounded grains (47.1%) and rounded grains (37.6%). The elongation of zircons is variable from 1:1 to 5.6:1, and grains with the elongation reaching 2:1 predominate. The zircons examined probably originated from various types of rocks such as metamorphic, igneous and old sedimentary ones.

