

Antoni MORAWIECKI

Piaski tytanowo-cyrkonowe z przylądka Verga w Gwinei

WSTĘP

Surowce tytanowo-cyrkonowe znane są na obszarze Afryki Zachodniej w szeregu miejsc zarówno na wybrzeżach morskich, jak i w głębi lądu. Są to minerały tytanowe i cyrkonowe, przede wszystkim ilmenit, rutyl i cyrkon. Skupienia ich możemy podzielić na aluwialne (w tym skupienia plażowe), eluwialne i w skałach macierzystych. Są one eksploatowane w różnych miejscach, przede wszystkim na plażach nadmorskich w Senegalu.

W Gwinei rozpoznano dotychczas głównie skupienia aluwialne. Stwierdzone występowania w skałach macierzystych nie wzbudzają większego zainteresowania przemysłowego. Również poznane skupienia eluwialne nie były dotychczas rozpatrywane pod względem ich przydatności przemysłowej, gdyż na ogół są one niewielkie.

Opracowanie niniejsze dotyczy ciemnych piasków zawierających duże ilości minerałów tytanowych i cyrkonowych, występujących w Gwinei w rejonie przylądka Verga (w przybliżeniu $10^{\circ}14'N$ i $14^{\circ}28'W$) na wybrzeżu Oceanu Atlantyckiego (fig. 1). Nie jest to jedyny obszar ich występowania w Gwinei, gdyż przyjmuje się, że skupienia piasków zawierających przemysłowe koncentracje ilmenitu, rutylu, cyrkonu i innych minerałów ciężkich, jak magnetytu, granatu i in., mogą występować wzdłuż całego morskiego wybrzeża tego kraju w miejscach, gdzie istnieją koliste, zatokowe jego zarysy, sprzyjające powstawaniu piaszczystych plaż. Mimo że wybrzeże Gwinei w linii prostej ma ponad 250 km, dotychczas z punktu widzenia obecności piasków wzbogaconych w minerały ciężkie brany był głównie pod uwagę niewielki odcinek położony między Boffa i Boke.

W północnej części tego wybrzeża, bliżej Boke, w rejonie Bongolou — Monchon A. Blanchot stwierdził za pomocą szybków istnienie w piaskach plażowych stałych koncentracji ciemnych minerałów ciężkich. Tworzą one na głębokości 1,5 m około 10-centymetrowe warstewki leżące na niebieskich iłach, np. w okolicach wioski Dabondi.

Szybki zostały założone na obszarze wydmy. Wydmy te są w zasadzie niewielkie. Ich wysokość wynosi do 3 m, a szerokość nie przekracza 50 m. Z wyglądu piaski wydmy nie różnią się od mor-

skich i odpowiadają swym położeniem dawnym plażom. Koncentracje minerałów ciężkich mają na ogół barwę ciemną i składają się z ziarn magnetytu, ilmenitu, rutyłu, cyrkonu itd.

Wykonane dotychczas prace na obszarze Bongolou — Monchon uznaje się za wstępne, nie przesądzające możliwości znalezienia na nim poważniejszych współczesnych skupień minerałów ciężkich.

WYSTĘPOWANIE

Bardziej szczegółowe prace zostały wykonane w rejonie plażowym położonym ku północy od przylądka Verga (fig. 1), stanowiącym zachodnie peryferia okręgu Boffa. Badania przeprowadzone w tym rejonie głównie przez L. Hebrarda objęły obszar rozciągający się około 20 km na wschód od przylądka Verga (do rzeki Ouassa-Ouassa) i 25 km na północ od niego (do rzeki Yomponi). W rejonie tym można wyróżnić plaże współczesne i plaże dawne, podścielone utworami starszymi.

Plaże współczesne tworzą przerywany pas, wzniesiony nieco nad średni poziom morza. Szerokość ciągu piaszczystego wynosi średnio 30 m. Nachylenie pasa w kierunku morza wynosi około 30°. Białe piaski osiągają grubość do 2 m. Rzadko jest ona większa. Głównym składnikiem piasków są ziarna kwarcu średnicy do 1 mm. Piasek zawiera stale niewielką mulistą domieszkę czarnych, drobnoziarnistych minerałów żelazistych o c.wł. 2,8, a więc niewiele różniącym się od ciężaru właściwego kwarcu. Powierzchnia piasków wykazuje często swoją strukturę, będącą wynikiem działalności fal oraz przyptywów i odpływów morza, których różnica dochodzi w pionie do 7 m.

Plaże dawne przylegają od strony lądu bezpośrednio do plaż współczesnych. W rzeźbie terenu zaznaczają się one bardzo słabo, wznosząc się najwyżej do 4 m nad poziom morza w okresie największego przyptywu. Podczas gdy plaże współczesne rozciągają się na szerokość średnio do 30 m, plaże dawne, na których wyraźnie zaznacza się działalność wiatrów (płaskie utwory wydmowe), tworzą pas szerokości do 300 m. Dawne plaże zbudowane są z piasku kwarcowego. Tworzy on warstwę grubości średnio 2,5 m. Piasek składa się głównie z ziarn średnicy 1 mm lub mniejszej. Barwa jego jest najczęściej pomarańczowa, w przeciwieństwie do niemal białej barwy piasków plaż współczesnych.

W spągu piasków plaż współczesnych i dawnych znajduje się warstewka piasków szarych grubości około 20 cm. Wymiary znajdujących się w nich ziarn kwarcu są na ogół mniejsze od wymiarów ziarn w piaskach wyżej leżących, a zawartość lekkich mulistych minerałów ciemnych jest większa.

Nierzadko pod piaskami szarymi oraz w piaskach wyżej leżących, a nawet na ich powierzchni znajdują się większe lub mniejsze skupienia białych muszli i ich okruchów, tworzących również mieszaninę z piaskiem.

W spągu wymienionych utworów występują ility czarne, glinki niebieskie, brunatne lateryty oraz zwięzłe, rdzawe, spękane birimieńskie kwarcyty i piaskowce zsylikowane, odsłaniające się w szeregu miejsc (fig. 2). Spod piasków plażowych wystają często na wysokość kilku metrów fragmenty tych kwarcytów i piaskowców w postaci płaskich

odosobnionych skałek (tabl. I, fig. 5). Morze przykrywa je w czasie przypływów ogarniających pas wybrzeża, którego szerokość w niektórych miejscach dochodzi do kilkuset metrów.

W samym przylądku Verga odsłaniają się lite skały pierwotne — piaskowce, kwarcyty, z których jest on zbudowany. Piaskowce są silnie spękane w trzech kierunkach, w przybliżeniu nawzajem prostopadłych. Szczeliny spękań wypełniają rzadko spotykane odłamki piaskowców i związki żelaza (w partiach powierzchniowych limonit, getyt). Szczeliny te mają do 15 cm szerokości.

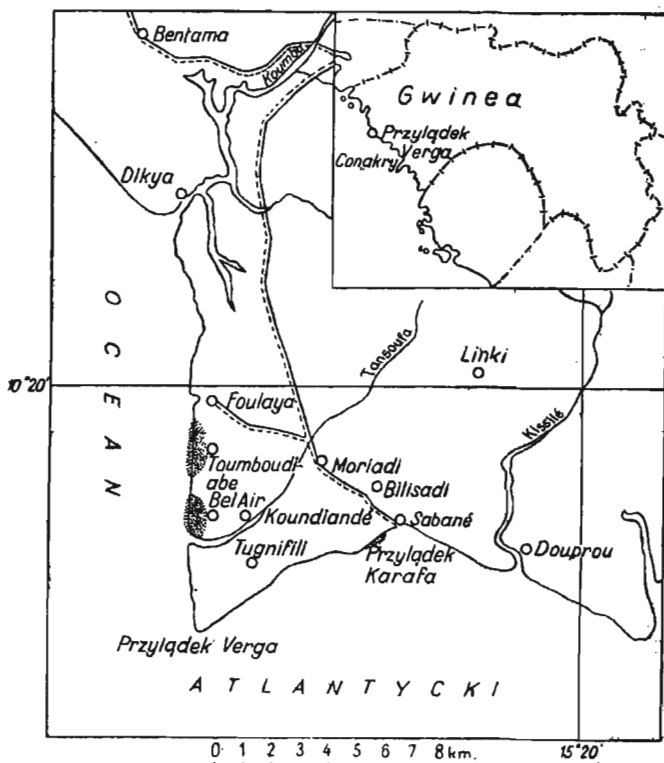


Fig. 1. Szkic występowania piasków tytanowo-cyrkonowych na obszarze przylądka Verga

Plan showing areas of titanium-zircon sands in the Cape Verga region

- 1 — znane skupienia piasków tytanowo-cyrkonowych
1 — known accumulations of titanium-zircon sands

Schematyczny przekrój pionowy przez plaże stare jest na ogół taki sam jak dla plaż współczesnych.

Granice zasięgu plaż nie są wyraźnie zaznaczone. W jednych przypadkach uległy one zatarciu wskutek współczesnej erozji, w innych piaski starych plaż przechodzą stopniowo w piaski coraz bardziej zailone, a nawet stwardniałe i zsylikowane.

Piaski znajdujące się zarówno na plażach starych, jak i współczesnych, zawierają zmienne, na ogół niewielkie ilości minerałów ciężkich, głównie ilmenitu, cyrkonu, rutylu i magnetytu. Miejscami ilość tych minerałów zwiększa się tak znacznie, że piaski przybierają barwę ciemną o rozmaitym natężeniu, do czarnej włącznie. Wzrasta również znacznie ich ciężar właściwy. Wydaje się, że skupienia tych piasków ciemnych są częstsze na plażach starych niż na współczesnych.

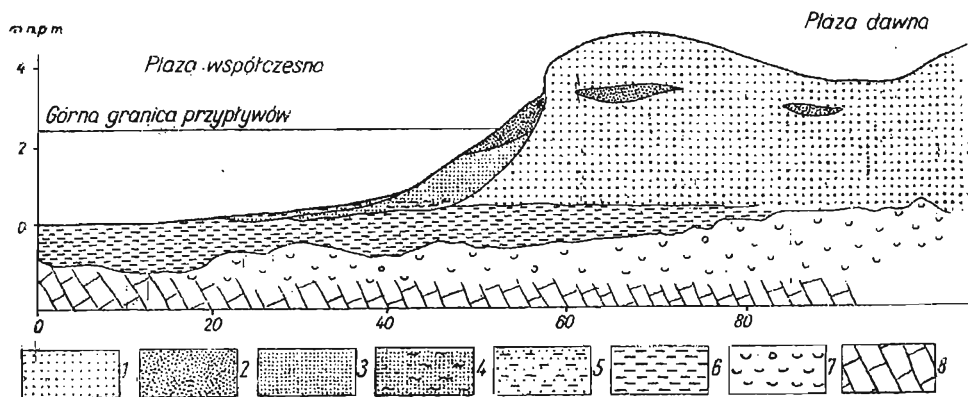


Fig. 2. Przekrój pionowy wybrzeża morskiego na obszarze przylądka Verga z wystąpieniami czarnych piasków ilmenitowo-cyrkonowych

Vertical section across the marine shore near Cape Verga embracing exposures of black ilmenite-zircon sands

1 — piaski kwarcowe przeważnie pomarańczowe; 2 — czarne piaski ilmenitowo-cyrkonowe; 3 — piaski kwarcowe jasnoszare; 4 — nagromadzenie pokruszonych muszli kalcytowych; 5 — piaski szare osadzone przez odpływ morski; 6 — łąy czarne; 7 — lateryty; 8 — kwarc zawierający domieszkę skalenia

1 — quartz sands, mostly orange-coloured; 2 — black ilmenite-zircon sands; 3 — light-grey quartz sands; 4 — agglomerations of fractured calcite shells; 5 — grey sands deposited by ebb; 6 — black clays; 7 — laterites; 8 — quartzite containing feldspar admixture

W rejonie przylądka Verga skupienia te koncentrują się głównie na trzech odcinkach: w Koundiande, bezpośrednio na przylądku Verga i w Sabane. Na odcinku ostatnim pomiędzy ujściem rzeki Kissili a Sabane ilość i wielkość skupień piasków „czarnych“¹ jest znacznie mniejsza niż na pozostałych odcinkach. Stare plaże na odcinku Sabane nie dają się praktycznie wyróżnić. Skupienia znajdujące się na plażach współczesnych należą do typu wędrujących. Drobne skupienia tego typu znajdują się również na plażach współczesnych koło przylądka Karafa.

Na odcinku przylądka Verga plaże współczesne zawierają bogate osady piasków czarnych, zamających jednak, jak się zdaje, mniejsze powierzchnie niż na odcinku Koundiande. Piaski czarne z plaż współczesnych na odcinku przylądka Verga są wyjątkowo jednorodne.

Największe skupienia piasków czarnych zdają się występować na odcinku Koundiande. Na współczesnych plażach stwierdzono tu bardzo bogate osady piasków czarnych, wyróżniających się swoją grubością i rozprzestrzenieniem. Stare plaże na tym odcinku są dobrze zaznaczone, a ich wygląd przypomina plaże w Casamance w Senegalu. Wydaje się,

¹ Określenie piaski „czarne“ autor oparł na nazewnictwie lokalnym.

że zasługują one na dokładne rozpoznanie geologiczne, tym bardziej że stwierdzono na nich obecność rośliny *Parimarium*, będącej dobrym wskaźnikiem geochemicznym obecności tytanu.

Między Foulaya a przyładkiem Verga L. Hebrard wyróżnia dwa skupienia piasków czarnych (fig. 1). Jedno skupienie znajduje się na starej plaży koło Bel-Air. Dzieli się ono na dwa wydłużone płyty. Jeden z nich znajduje się w odległości kilkudziesięciu metrów od morza i ciągnie się wzdłuż plaży współczesnej na długości około 400 m, a drugi w odległości 200 m od brzegu morza i jest krótszy.

Skupienie Toumboudiabe ciągnie się na starej plaży wzdłuż brzegu morza na przestrzeni ponad 900 m. Wyróżniono w nim trzy pasy koncentracji, odpowiadające kolejno trzem płaskim wzniesieniom wydmy, ułożonym równolegle do brzegu morza. Pas najbliższy brzegu morza jest najuboższy, podczas gdy pas najbardziej oddalony — najbogatszy.

Silna mineralizacja występuje również na odcinku plaży współczesnej, ciągnącej się wzdłuż starej plaży w Toumboudiabe, na długości około 1000 m.

Na plaży współczesnej i plaży starej, położonych na południe od ujścia rzeki Tansoufa (odcinek przyładka Verga), stwierdzono za pomocą szybików jedynie bardzo drobne skupienia piasków czarnych, mimo że plaża ta jest identyczna z silnie zmineralizowanymi plażami położonymi dalej na północ. Wyjaśnić to można tym, że wody rzeki Tansoufa, odchylane ku południowi prądem morskim płynącym od północy, zakłócają mechanizm działania morza nie tylko na tym odcinku, ale i dalej aż do samego cypla przyładka Verga.

Skupienie czarnych piasków na odcinku Bel-Air znajduje się w odległości 1,5 km od skupień w Toumboudiabe. Na położonych na tej przestrzeni plażach współczesnych i starych nie stwierdzono dotychczas godnych uwagi koncentracji minerałów ciężkich.

Na plaży współczesnej koło Bel-Air w okresach spokojnej działalności fal morskich oraz normalnych przyprawów i odpływów pozostają pasowe skupienia czarnych piasków (tabl. I, fig. 6) szerokości kilku metrów, długości kilkudziesięciu metrów i grubości do 60 cm. Koncentracje te ulegają całkowitemu lub częściowemu zniszczeniu przez morze w okresach jego burzliwej działalności.

Wielkość poszczególnych skupień piasków czarnych jest bardzo różna — od najdrobniejszych do tworzących ciągi długości ponad 1 km (na plażach współczesnych). Szerokość ich na plażach dawnych rzadko przekracza 25 m, a na plażach współczesnych 10 m. Są one na ogół cienkie. Warstwy grubości powyżej 1,5 m należą do rzadkości. Wyjątkowo tylko na plażach współczesnych występują miejsca, w których ich grubość dochodzi do 1,75 m. Na plażach starych w kilku punktach stwierdzono grubość warstwy zmineralizowanej wynoszącą 2,5 m, a tylko w jednym miejscu 3,1 m.

Koncentracje spotykane na plażach starszych są przeważnie przykryte piaskami płonnyymi o zmiennej grubości. Grubość ich rzadko przekracza 1 m, osiągając wyjątkowo w jednym miejscu 2,3 m.

Szereg skupień piasków czarnych na plażach współczesnych nie ma nadkładu płonno, występując bezpośrednio na powierzchni. W innych przypadkach przykryte są one również piaskami kwarcowymi.

Nierzadko piaski czarne tworzą liczne drobne warstewki naprzemianległe z cienkimi warstewkami piasków kwarcowych. Takie warstwowe zespoły często przekraczają miąższość 1 m, przy czym grubość poszczególnych warstewek waha się od kilku milimetrów do kilku centymetrów.

UZIARNIENIE

Skład mechaniczny piasków kwarcowych i skupień minerałów ciężkich podano w tabeli 1.

Tabela 1

Uziarnienie piasków kwarcowych i skupień minerałów ciężkich

Średnica ziarn w mm	Szare piaski kwarcowe		Piaski czarne	
	zawartość ziarn w %	suma %	zawartość ziarn w %	suma %
≥ 1,00	0,02	0,02	—	—
1,00 ÷ 0,50	0,49	0,51	—	—
≥ 0,50	0,51	0,51	0,01	0,01
0,50 ÷ 0,40	7,89	8,40	1,43	1,44
0,40 ÷ 0,30	27,80	36,20	2,28	3,72
0,30 ÷ 0,25	39,80	76,00	9,90	13,62
0,25 ÷ 0,20	20,20	96,20	42,53	56,15
0,20 ÷ 0,15	2,40	98,60	33,75	89,90
0,15 ÷ 0,10	0,50	99,10	9,95	99,85
0,10 ÷ 0,08	0,90	100,00	0,15	100,00
Razem	100,00		100,00	

Wyniki podane w tabeli 1 przedstawiono na wykresie (fig. 3).

Do ustalenia składu mechanicznego wybrano najbardziej typowy piasek kwarcowy, a piasek czarny ze skupień, które wydawały się najbogatsze w minerały ciężkie.

Piaski badane nie zawierają zupełnie cząstek pelitowych, gdyż najdrobniejsze zawarte w nich ziarna wykazują wymiary powyżej 0,08 mm. Pod względem składu mechanicznego w piaskach kwarcowych znacznie przeważają ziarna o wymiarach 0,20 ÷ 0,50 mm (95,68%). Wszystkie pozostałe frakcje wynoszą w szarym piasku niewiele ponad 4%, przy czym w piaskach kwarcowych mamy zaledwie ślady (0,02%) materiału o średnicy ziarn powyżej 1 mm, a w piaskach czarnych zaledwie 0,01% ziarn o wymiarach powyżej 0,5 mm, a ziarna o wymiarach powyżej 0,7 mm zdarzają się bardzo rzadko.

Jak wynika z przytoczonych danych, piaski kwarcowe należy uznać za średnioziarniste, a piaski czarne za drobnoziarniste. Ponadto zarówno piaski kwarcowe, jak i piaski czarne, wykazują bardzo równomierne uziarnienie, gdyż w przypadku pierwszych:

$$N = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,30}{0,22} = 1,4$$

a w przypadku drugich:

$$N = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,22}{0,15} = 1,4$$

Przyjęto, że $N < 5$ odpowiada piaskom równomiernie ziarnistym, $N = 5 \div 15$ piaskom średnio równomiernie ziarnistym, $N > 15$ piaskom nierównomiernie ziarnistym.

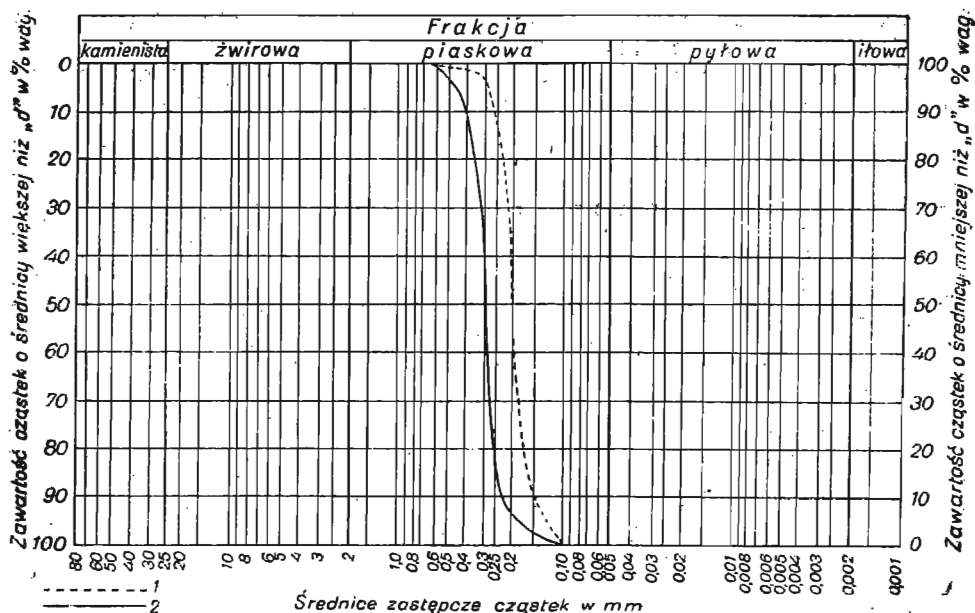


Fig. 3. Wykres uziarnienia piasków z przylądka Verga w Gwinei

Chart of granulation of sands from Cape Verga in Guinea

- 1 — piasek kwarcowy jasnoszary; 2 — czarny piasek tytanowo-cyrkonowy
1 — light-grey quartz sand; 2 — black titanium-zircon sand

Z wykresu na figurze 3 wynika pewne równoważne przesunięcie wielkości ziarn w piaskach czarnych w kierunku zmniejszenia ich wymiarów w stosunku do wymiarów ziarn w piaskach kwarcowych. Byłby to jeden z czynników sprzyjających segregacji materiału piaszczystego na plażach.

Z innych czynników wymienić należy odmienną masę i ciężar właściwy w środowisku wodnym poszczególnych minerałów i ziarn, różnice w sile nośnej fali wstępującej i powracającej, a także fali powierzchniowej i wgłębnej, wynikające przede wszystkim z ich budowy bądź spiralnej, bądź sinusoidalnej o zmiennej amplitudzie.

Większe wymiary ziarn kwarcu, a zwłaszcza większa ich powierzchnia, powodują wskutek zwiększonej energii tarcia wynoszenie ich na większą odległość niż ziarn minerałów ciężkich (zwłaszcza, jeżeli masy ziarn różnych minerałów są w przybliżeniu równoważne) przez falę ustępującą o jednostajnie działającej sile nośnej. Różnice w ciężarze właściwym przyczyniają się do wolniejszego opadania ziarn kwarcu i wynoszenia ich poza zasięg sedymentacyjny minerałów ciężkich.

Czynnikiem hamującym powrót ziarn kwarcu do pierwotnego miejsca jest odpowiednie nachylenie brzegów morskich, stwarzające dodatkowy czynnik utrudniający przenoszenie materiałów po znoście.

Przy założeniu w przybliżeniu jednostajnego falowania oraz uwzględnieniu takich czynników, jak stopniowe niwelowanie jego siły wraz z głębokością, oporów związanych z poruszaniem materiału dennego itd., segregacja ziarn w zależności od ich wielkości i masy może się odbywać tylko na odpowiednio ukształtowanych obszarach plażowych, gdzie też spotykamy skupienia minerałów ciężkich.

W okresach burzliwej działalności morza warunki hydromechaniczne są odmienne, powodujące na ogół zwiększone przenoszenie materiału piaszczystego.

SKŁAD MINERALNY

Głównym składnikiem płonnych piasków białych są ziarna kwarcu. Domieszka minerałów jasnych i ciemnych minerałów ciężkich jest w nich niewielka i waha się w granicach od dziesiątych części procentu do kilku procent. Przy sprzyjającym działaniu fal morskich następuje w różnym stopniu oddzielenie minerałów ciężkich od lekkich, przede wszystkim od kwarcu. W miarę zmniejszania się ilości ziarn kwarcu unoszonego przez fale morskie zwiększa się ilość minerałów ciężkich, a ich skupienia w miarę zwiększania się przeważających ilościowo minerałów ciemnych przybierają stopniowo coraz intensywniejszą barwę szarą do czarnej włącznie — stąd nazwa piasków czarnych. W skrajnych przypadkach piaski czarne są niemal pozbawione kwarcu. Wówczas głównymi ich składnikami są ilmenit, magnetyt, tytanomagnetyt i cyrkon, a niekiedy również rutyl.

Wzajemny stosunek tych minerałów jest zmienny. Na ogół zawsze przeważa ilmenit. Niekiedy stanowi on łącznie z magnetytem główne tworzywo piasków ciemnych. Często jednak w znacznych ilościach występuje również cyrkon. Rutyl, jako składnik główny, występuje zwykle w mniejszych ilościach.

Obok wyżej wymienionych pospolitych składników w piaskach czarnych obecne są w drobnych ilościach, niekiedy w postaci pojedynczych, rzadko spotykanych ziarn takie minerały, jak: hematyt, leukoksen, turmalin, spinel, granaty, staurolit, dysten, sylimanit, anataz, brukit, topaz, monacyt, korund wraz z jego odmianami rubinem i szafirem, beryl wraz z akwamarynem i szmaragdem, kordieryt i andaluzyt. Piryt występuje niekiedy w postaci pojedynczych odcobnionych ziarn. Do najrzadszych minerałów należy epidot. Limonit występuje w postaci pojedynczych nieregularnych ziarn, a niekiedy tworzy wypełnienie mikroorganizmów (piryt? zwietrzały), trudnych do rozpoznania ze względu na ich zatarte kontury i budowę wewnętrzną. Z innych wodorotlenków żelaza wyróżniono pojedyncze drobne ziarenka getytu. Kalcyt obecny jest w postaci okruchów muszli. Niemal w każdym piasku czarnym obecne są zmienne ilości obtoczonych, bezbarwnych, żółtawych, a rzadziej zadymionych ziarn kwarcu.

Niemal wszystkie wymienione wyżej składniki występują w postaci ziarn o wymiarach nie przekraczających 1 mm. Większe są głównie

pojedyncze ziarna kwarcu. Zdarzają się skupienia, w których średnica poszczególnych ziarn wyjątkowo przekracza 0,3 mm.

Minerały występują głównie w postaci nieprawidłowych ziarn bryłowych bądź wyraźnie ostrokrawędzistych, bądź wykazujących różny stopień obtoczenia. Przeważają znacznie ziarna obtoczone, w podrzędnych ilościach obecne są ziarna wydłużone lub wykazujące gorzej albo lepiej, niekiedy całkowicie zachowany kształt krystalograficzny.

Do minerałów występujących głównie w postaci nieprawidłowych, w różnym stopniu obtoczonych ziarn bryłowych należą:

a) ilmenit — nieprzezroczysty, czarny, słabo magnetyczny, silnie migocący w świetle słonecznym, jeżeli nie ma brunatnych powłok; w poszczególnych ziarnach występują w nim warstwowe, cienkie przrosty białego kwarcu;

b) magnetyt (tytanomagnetyt) — stalowoczarny, nieprzezroczysty, silnie magnetyczny, często z niebieskimi barwami naleciałymi, również silnie migocący w świetle słonecznym, jeżeli nie ma brunatnych powłok wodorotlenków żelaza;

c) rutyl — brunatny, półprzezroczysty lub przeświecający, zwłaszcza w płytkach cienkich;

d) topaz — miodowożółty;

e) dystryen — jasniebieski, często płytkowy, o słabo wyrażonym pleochroizmie i dużej ilości wrastków;

f) sylimanit — jasnobrunatny, tworzący często zrosty dwóch lub więcej wydłużonych osobników;

g) turmalin — czarny lub brunatny wraz z jego odmianą barwy ciemnozielonej do niebieskiej (indygolit?).

W postaci bryłowych ziarn, przeważnie obtoczonych, występuje jasnobrunatny anataz, żółtobrunatny brukit, czerwony, zmętniały spinel, niebieskawy lub fioletowawy kordieryt o wyraźnym pleochroizmie, brunatnoczarny staurolit, czerwonobrunatny grosular, czerwony, przezroczysty almandyn, bardzo rzadki ciemnoczerwony pirop, żółtobrunatny monacyt i zielonożółty epidot.

Ciemnoszary korund występuje głównie w postaci ziarn ostrokrawędzistych, podczas gdy jego odmiany: niebieski do fioletowego szafir i czerwony rubin występują z reguły w ziarnach całkowicie obtoczonych.

Zielonawy, zmętniały beryl wraz z jego odmianami — niebieskozielonym akwamarynem i pięknym ciemnozielonym szmaragdem — tworzy na ogół ostrokrawędziste ziarna bryłowe.

Szary, żółty lub brunatny andaluzyt występuje w postaci wydłużonych ziarn słupkowych o przekrojach poprzecznych zbliżonych do kwadratu.

Bezbarwny lub złotawy cyrkon występuje zarówno w nieprawidłowych obtoczonych i ostrokrawędzistych ziarnach bryłowych, jak i w postaci bardzo licznych ziarn wydłużonych, wykazujących stosunkowo często dobrze zachowany pokrój krystalograficzny. W ograniczeniu igiełkowatych lub słupkowych kryształków biorą udział słupy tetragonalne zakończone na jednym końcu, a nierzadko na obu, piramidami tetragonalnymi.

W stosunkowo niewielkich ilościach obecne są w piasku wydłużone ziarna ilmenitu o zachowanych ścianach krystalograficznych lub płasz-

czynach łupliwości, magnetytu o zachowanych, skażonych zarysach oktaedrycznych oraz zbrudkowaniu powierzchni, rutylu o zdeformowanych zarysach krystalograficznych, często zachowującego płaszczyzny łupliwości, topazu i berylu — obu o zarysach słupowych, anatazu o zachowanych częściowo ścianach piramidy, staurolitu o skażonych ścianach słupa i monacytu o pokroju tabliczkowym.

Tabela 2

Przybliżony skład mineralno-petrograficzny
piasków tytanowo-cyrkonowych z przyłodka Verga w Gwinci

Średnica ziarn w mm	Zawartość ziarn w % wag.	Zawartość minerałów w % wag.							
		magnetyt i tytano- magnetyt	ilme- nit	rutyl	ilmenit +rutyl	cyrkon	kwarc i skałek	inne	razem
> 0,50	0,01	—	—	—	—	—	0,01	p.z.	0,01
0,50 ÷ 0,40	1,43	0,70	—	p.z.	p.z.	0,02	0,71	—	0,71
0,40 ÷ 0,30	2,28	0,80	0,22	0,02	0,24	0,05	1,08	0,11	1,19
0,30 ÷ 0,25	9,90	1,87	4,09	1,75	5,84	0,21	1,65	0,33	1,98
0,25 ÷ 0,20	42,53	12,31	22,38	3,14	25,52	0,69	3,34	0,67	4,01
0,20 ÷ 0,15	33,75	6,37	21,67	2,05	23,72	2,55	0,26	0,85	1,11
0,15 ÷ 0,10	9,95	3,79	1,97	0,07	2,04	3,91	0,08	0,13	0,21
0,10 ÷ 0,08	0,15	0,05	0,01	p.z.	0,01	0,06	0,02	0,01	0,03
Razem	100,00	25,89	50,34	7,03	57,37	7,49	7,15	2,10	9,25

Łączna zawartość minerałów w % wag.

Średnica ziarn w mm	Suma % piasku tytanowo- cyrkonowego	Suma % minerałów							
		magnetyt i tytano- magnetyt	ilmenit	rutyl	ilmenit +rutyl	cyrkon	kwarc i skałek	inne	razem
0,10	0,15	0,05	0,01	p.z.	0,01	0,06	0,02	0,01	0,03
0,15	10,10	3,82	1,98	0,07	2,05	3,97	0,10	0,14	0,24
0,20	43,85	10,19	23,65	2,12	25,77	6,52	0,36	0,99	1,35
0,25	86,38	22,51	46,03	5,26	51,29	7,21	3,70	1,66	5,36
0,30	96,28	24,39	50,12	7,01	57,13	7,42	5,35	1,99	7,34
0,40	98,56	25,19	50,34	7,03	57,37	7,47	6,43	2,10	8,53
0,50	99,99	25,89	—	—	—	7,49	7,14	—	9,24
> 0,50	100,00	—	—	—	—	—	7,15	—	9,25

p. z. — pojedyncze ziarno

Występują również bryłowe, rzadziej wydłużone ziarna sylimanitu, ujawniające na powierzchni silne zbrudkowanie. Podobnie podłużne zbrudkowania na ścianach słupa zachowują również niekiedy wydłużone ziarna turmalinu, wykazujące w przekroju poprzecznym nawet zarysy ząbkowanego trójkąta sferycznego.

Z odmiennym składem mineralnym związany jest ciężar właściwy, który dla piasków kwarcowych wynosi 2,684, a dla piasków czarnych 4,446.

Przybliżony ilościowy skład mineralny czarnych piasków został przedstawiony w tabeli 2 i na wynikającym z niej wykresie (fig. 4).

Z tabeli i wykresu wynika, że największa ilość ziarn kwarcu koncentruje się we frakcjach o większej średnicy ziarn, natomiast cyrkonu — we frakcjach zawierających ziarno drobniejsze. Obserwację tę można by wykorzystać do otrzymywania koncentratów poszczególnych minera-

łów użytecznych. Ze względu na własności magnetyczne magnetytu i ilmenitu minerały te można by łatwo wydzielić na drodze elektromagnetycznej, a cyrkon na drodze elektrostatycznej.

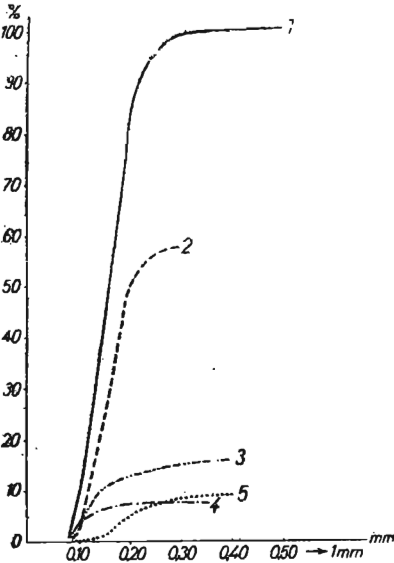


Fig. 4. Wykres granulometrycznego składu mineralogicznego piasków tytanowo-cyrkonowych z przylądka Verga w Gwinei

Chart of granulometric mineralogical composition of titanium-zircon sands from Cape Verga in Guinea

1 — czarny piasek tytanowo-cyrkonowy; 2 — ilmenit i rutyl; 3 — magnetyt i tytanomagnetyt; 4 — cyrkon; 5 — kwarc, skałki i minerały akcesoryczne

1 — black titanium-zircon sands; 2 — ilmenite and rutile; 3 — magnetite and titanomagnetite; 4 — zircon; 5 — quartz, feldspar and accessory minerals

W właściwych piaskach kwarcowych z przylądka Verga głównym składnikiem jest krzemionka wynosząca ponad 99%.

Skład chemiczny jednej z próbek piasków czarnych przedstawia się następująco (w % wag.):

SiO ₂	—	9,39	V ₂ O ₅	—	0,21
Al ₂ O ₃	—	0,47	P ₂ O ₅	—	0,028
Fe ₂ O ₃	—	17,43	CaO	—	1,57
FeO	—	28,40	MgO	—	śl.
TiO ₂	—	37,50	Ne ₂ O	—	0,003
MnO	—	0,92	K ₂ O	—	0,01
ZrO ₂	—	3,90	H ₂ O ⁺	—	0,17
Cr ₂ O ₃	—	0,26			
			Łącznie		100,261

Szczególnie duże wahania w składzie piasków czarnych wykazują tlenki żelaza, tlenki tytanu i tlenek cyrkonu. Stąd zmienna jest w nich zawartość zwłaszcza magnetytu (tytanomagnetytu), ilmenitu, rutylu i cyrkonu.

Niekiedy czarne piaski ujawniają słabo podwyższoną radioaktywność, związaną z obecnością w nich niewielkich ilości uranu i toru. Odpowiada ona w próbkach zbadanych zawartości do 0,03% uranu. Radioaktywność wiązać można z obecnością w piaskach uranonośnego cyrko-

nu lub monacytu, tym bardziej że wyodrębnione próbki tych minerałów wykazują znaczny jej wzrost.

Poza tym w wyodrębnionym z piasków cyrkonie stwierdzono za pomocą analizy rentgenospektrolnej zawartości ponad 2,5% hafnu, a więc ilość większą niż w cyrkonach występujących w piaskach cyrkonowych na polskim wybrzeżu Bałtyku.

Ziarna cyrkonu zawarte w czarnych piaskach przy ich naświetlaniu promieniami ultrafioletowymi ujawniają wyraźną, jasnożółtą luminescencję. Inne, znacznie rzadsze ziarna wykazują luminescencję pomarańczową, którą można by powiązać z monacytem lub cyrkonem wzbogaconym w hafn; pozostałe minerały nie wykazują żadnych widocznych efektów.

WNIOSKI

Zespół minerałów zawartych w piaskach plażowych na przylądka Verga w Gwinei wskazuje na to, że ich skałami macierzystymi mogły być przede wszystkim skały magmowe i łupki zmetamorfizowane. Wykształcenie i własności kwarcu wskazują na to, że pochodzi on zarówno z granitoidów, jak i żył pegmatytowych (kwarc zadymiony).

Własności cyrkonu (przewaga drobnych ziarn o często zachowanym słupowym pokroju) przemawiałyby również za ich pochodzeniem ze skał granitowych. Praźródłem staurolitu, granatu, andalazytu, kordierytu, magnetytu, brukitu i in. mogły być łupki chlorytowe, serycytowe i in. Ze względu na budowę geologiczną zaplecza lądowego dużych ilości magnetytu mogły dostarczyć utwory birmieńskie, w których znane są bardzo duże skupienia rud magnetytowo-hematytowych.

Minerałów berylowych i tytanowych oraz monacytu, turmalinu i in. mogły dostarczyć utwory pegmatytowe, pneumatolityczne lub powstałe wskutek metamorfizmu kontaktowego.

Nie można również wykluczyć pochodzenia szeregu minerałów z gnejsów i skał wylewnych, jak sjenity, gabra itd. Bardzo odporne na wietrzenie i ścierające działanie sił mechanicznych minerały ciężkie zanim dostały się do piasków plażowych z wietrzejących skał przeszły długą wędrówkę, podczas której możliwe było ich włączenie w utwory osadowe (do najmłodszych włącznie), z których następnie były uwalniane przy ich niszczeniu.

Zasoby skupień minerałów ciężkich występujących w rejonie przylądka Verga nie są dokładnie poznane. L. Hebrard ocenia je na kilkadziesiąt tysięcy ton. Według niego z oszacowanych skupień można otrzymać około 20 000 t przemysłowych koncentratów ilmenitowo-magnetytowych i cyrkonowo-rutytowych.

Należy zaznaczyć, że zasoby te nie obejmują wszystkich skupień znajdujących się w rejonie przylądka Verga. Mogą one ulec bardzo znacznym zmianom, zwłaszcza jeśli chodzi o skupienia na plażach współczesnych oraz uwzględnienie piasków uboższych, stanowiących przejście od najbogatszych skupień do właściwych piasków kwarcowych.

Trwałość i wielkość tych skupień zależy przede wszystkim od pracy morza powodującej ich odkładanie i niszczenie. Są to więc złoża odnawialne, jak to obserwujemy w podobnych złożach w sąsiednim Senegalu i w innych krajach (Indie, Australia itd.).

Dotychczasowe badania nie wyczerpały możliwości ujawnienia w utworach plażowych zachodniej Gwinei dalszych skupień minerałów ciężkich. Głównym, najbardziej perspektywicznym obszarem byłby pas litoralny, zwłaszcza w zasięgu starych i współczesnych plaż morskich. Do rejonów perspektywicznych można zaliczyć przede wszystkim obszary: 1) wyspy Tristao u ujścia rzeki Campany; 2) półwyspu Kankouba między Campany i Nunez; 3) okolic Taboriya; 4) okolic Banty².

Badania powinny być przeprowadzane za pomocą zdjęć lotniczych z niskiego lotu oraz właściwych prac naziemnych.

Sprzyjające położenie geograficzne skupień minerałów ciężkich, geologiczno-górniczne warunki ich występowania pozwalające na łatwą i taną eksploatację oraz łatwość otrzymywania przemysłowych koncentratów wskazują na celowość ich wykorzystania przemysłowego, co może przyczynić się do rozwoju gospodarki narodowej Republiki Gwinejskiej. Przemawia za tym eksploatacja tych piasków w innych krajach Afryki Zachodniej, zwłaszcza w Senegalu, gdzie z podobnych złóż produkcja koncentratów tytanowych i cyrkonowych wynosiła w ostatnich latach po kilkadziesiąt tysięcy ton rocznie.

Należy zaznaczyć, że w wielu starych aluwiach i eluwiach w obecnych dolinach rzecznych na terenie Gwinei występują wzbogacenia w minerały tytanowe i inne w zakresie znacznie szerszym niż dotychczas przypuszczano (np. obszar Bounoudou, dolina rzeki Bomini itd.).

Obserwacje terenowe wykonane zostały w czasie pobytu autora w Gwinei w 1959 r. Materiały zostały opracowane w Instytucie Geologicznym w Warszawie.

Analizy uziarnienia wykonano w Laboratorium Mechaniki Gruntów Zakładu Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologicznego w Warszawie pod kierownictwem inż. W. Mroczkowskiego, analizy chemiczne w Centralnym Laboratorium Chemicznym I.G. pod kierownictwem inż. Bittmara, skład mineralny ustaliła mgr T. Domaszewska, analiza rentgenospektralna na zawartość hafnu w cyrkonach została wykonana w Zakładzie Krystalografii Uniwersytetu Warszawskiego przez prof. L. Chrobaka, a wykresy przez inż. S. Przeniosło. Wszystkim, którzy przyczynili się do powstania niniejszego opracowania, składam serdeczne podziękowanie.

Zakład Pierwiastków Promieniotwórczych I.G.
Nadesłano dnia 16 lutego 1961 r.

АНТОНИ МОРАВЕЦКИ

ТИТАНО-ЦИРКОНОВЫЕ ПЕСКИ С МЫСА ВЭРГА В ГВИНЕЕ

Резюме

Работа касается скоплений песков с повышенным содержанием тяжелых минералов залегающих на пляжевых побережьях Атлантического океана около мыса Вэрга в Гвинее.

² Drobne skupienia piasków zmineralizowanych stwierdzone zostały również na wyspach Loë. Były one badane pod kątem stwierdzenia w nich mineralizacji pirochlorowej, źródłem pirochloru mogły być sjenity nefelinowe stanowiące trzon tych wysp.

Скопления песков образуются на бухтообразных, слегка наклоненных к морю участках побережья, вследствие благоприятных условий кумуляции тяжелых минералов. Высокое содержание темных тяжелых минералов придает пескам темносерый цвет до черного.

Зернистость кварцевых песков слагающих пляж и залегающих в них или на них скоплений тяжелых минералов приводится в таблице 1.

Примерный минерало-петрографический состав титано-цирконовых песков с учетом фракций зерен дается в таблице 2. Соответствующие диаграммы содержатся на фигурах 5 и 6.

В скоплениях титано-цирконовых песков выделены, как их главные составные части, следующие минералы в зернах: магнетит, титано-магнетит, ильменит, рутил, циркон и кварц. Кроме того в малом количестве, а иногда только в виде отдельных зерен, констатированы такие минералы как: гематит, лейкоксен, турмалин, шпинель, гранат, ставролит, дистен, силлиманит, анатаз, брукит, топаз, монацит, корунд (рубин и сапфир), берилл (аквамариин, изумруд), кордиерит и андалузит. Местами встречается пирит, гетит и кальцитовые обломки раковин.

Минеральные зерна преимущественно окатаны, хотя некоторые из них, более устойчивые против действия стирающих механических сил, иногда сохраняют кристаллографические контуры (нпр. циркон, турмалин, рутил). Химический состав одного из образцов „черных” песков приводится в тексте.

Титано-цирконовые пески вблизи мыса Вэрга залегают в значительном количестве как на древних пляжах, так и на современных. На современных пляжах они образуют восстанавливающиеся скопления.

Количество этих песков и условия их залегания указывают на то, что ними можно заинтересоваться в промышленном отношении как источником цирконовых и титановых концентратов.

Antoni MORAWIECKI

TITANIUM-ZIRCON SANDS FROM CAPE VERGA IN GUINEA

S u m m a r y

This paper deals with accumulations of sands with an unusual content of heavy minerals, occurring on the beach shore of the Atlantic Ocean near Cape Verga in Guinea.

Due to conditions favourable to cumulation of heavy minerals, these sands were amassed on bay-like rounded sections of the shore gently inclined towards the sea.

The marked content of dark heavy minerals causes the sands to be of dark-grey to black colour.

The granulation of the quartz sands forming the beaches, and of the accumulations of heavy minerals appearing in or on top of these sands is presented in Table 1.

The approximate mineralogical-petrographic composition of the titanium-zircon sands as revealed in grain fractions is shown in Table 2. These tables have been supplemented by suitable graphs (Figs. 5 and 6).

As main constituents within the accumulations of titanium-zircon sands the author identified grains of the following minerals: magnetite, titanium magnetite, ilmenite, rutile, zircon and quartz. In minor quantities, sometimes only as solitary grains, appear moreover such minerals as: hematite, leucoxene, tourmaline, spinel, garnets, staurolite, disthene, silimanite, anatase, brookite, topaz, monazite, corundum (ruby and sapphire), beryllium (aquamarine, emerald), cordierite and andalusite. Sporadically is also found pyrite, goethite and calcitic shell fragments.

The majority of mineral grains are rounded, although some of them, more resistant to the abrasive action of mechanical forces, maintained sometimes crystallographic contours (like zircon, tourmaline and rutile).

The chemical composition of one of the samples of "black" sands has been reported in the Polish text.

The titanium- and zircon-bearing sands occur near Cape Verga in considerable quantities, both on ancient beaches and on the modern shore; on the latter, they represent a renewable deposit.

The large quantity of these sands and the conditions in which they occur seem to indicate that they might be useful for industrial purposes and become the basis of zircon and titanium concentrates.

TABLICA I

- Fig. 5. Przylądek Verga, wybrzeże ku północy od cypla; z piasków plażowych wyrusza się grzęda kwarcytów birmieńskich
Cape Verga, shore line north of spit; from the beach sands emerges a bank of Birimien quartzites
- Fig. 6. Przylądek Verga; skupienia czarnych piasków tytanowo-cyrykonowych na plaży ku północy od cypla (ciemnoszare smugi)
Cape Verga; accumulation of black titanium-zircon sands on the beach north the spit (dark-grey streaks)

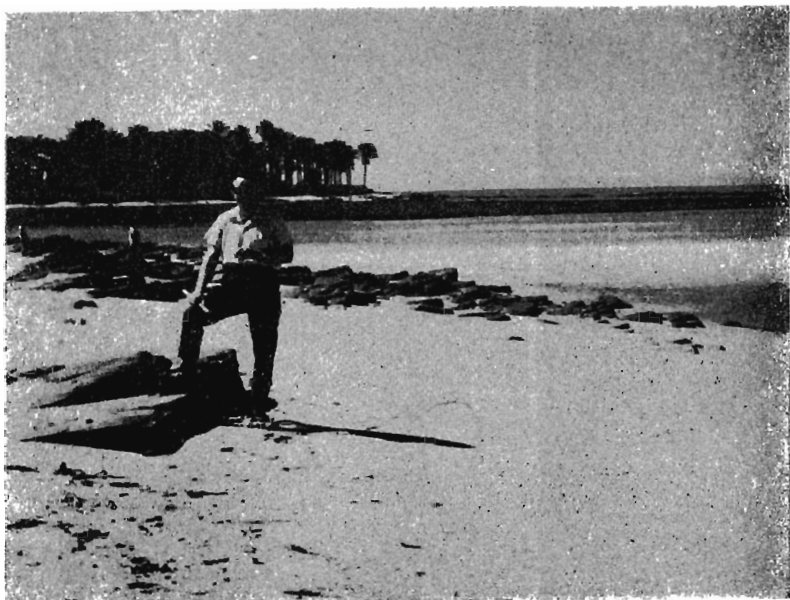


Fig. 5



Fig. 6