

Z Zakładu Geografii Fizycznej UMCS
Kierownik: prof. dr Adam Malicki

Jan TREMBACZOWSKI

**Morfologia i charakterystyka utworów luźnych sajru w okolicy Kobdo
(Altaj Mongolski)¹**

**Морфология и характеристика рыхлых отложений сайра
в окрестностях Кобдо (Монгольский Алтай)**

**Монгол Алтай нуруун дахь Ховдын районы элсэн сайрын сийрэг
уйлдэхууний шинж чанар ба тууний эрдсийн угзуй**

**Morphologie und Charakteristik der losen Gebilde des Sajr²
in der Umgegend von Kobdo (Mongolischer Altai)**

W publikacji niniejszej przedstawione zostały uwagi i spostrzeżenia dotyczące charakterystyki granulometryczno-mineralogicznej oraz warunków transportu luźnych utworów wyścielających dno sajru³ wyciętego w zwietrzelinie, u stóp łańcucha górskiego, zamykającego od N, NE i E kotlinę Kobdo. Wspomniany obszar leży w zachodniej Mongolii, w południowo-zachodniej części Kotliny Wielkich Jezior, w strefie klimatu półpustynnego, gdzie roczna suma opadów (w tej części Mongolii) wyraża się wartością 100—200 mm. Zaznaczyć należy, iż ten na ogół

¹ Spostrzeżenia poczynione w Mongolii w okresie prac Polskiej Ekspedycji Geologicznej, której kierownikiem był dr Edmund Rutkowski.

² Unter dem Begriff „Sajr“ vesteht man ein trockenes, sandiges Flussbett.

³ Pod pojęciem sajru należy rozumieć „suche, piaszczyste łożysko rzeki” (Murzajew, 4, s. 29). W słowniku mongolsko-rosyjskim „sajr” posiada potrójne znaczenie: 1) otoczek, żwir, 2) szagryn, 3) drobne szczelinki (ranki) w skórze rąk wzgl. nóg, powstałe na skutek zimna. Bardzo podobna wydaje się być wywodząca się z języka tureckiego nazwa „saj” dla określenia form dolinnych typu wąwozu (ros. uszczelje owrag, bałka), występujących w Centralnej Azji i Kazachstanie (Geologiczeskij słowar. T. II, Moskwa 1960, s. 231). Analogiczne znaczenie tego wyrazu używanego przez Kazachów, Kirgizów i Uzbeków znaleźć można w radzieckim atlasie (Atlas mira — ukazatel' geograficzeskich nazwanij. Moskwa 1954).

skąpy opad w dużej mierze przypada na porę letnią (lipiec—sierpień). Bardzo nierównomierny roczny przebieg opadów w Kobdo decyduje o charakterystycznym również przebiegu procesów erozji i denudacji, a także o warunkach transportu (szczególnie w środowisku wodnym) materiału skalnego. Warto tu podkreślić, iż wg Murzajewa (4) co najmniej 65% ogólnej sumy opadów rocznych przypada na okres letni, zaś pozostałe 35% — na porę jesienną. Należy przy tym zwrócić uwagę, iż opad jesienny występuje przeważnie w postaci śniegu.

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-MORFOLOGICZNA

Omawiany obszar wznosi się od około 1400—2020 m n.p.m. W jego rzeźbie wyróżnić należy trzy główne elementy: 1) łańcuch niewysokich gór, zataczający lekki łuk od NW ku SE, 2) podstokowe zrównanie nachylone ku środkowi kotliny (na której dnie położone jest miasto Kobdo) — zrównanie, dla którego najodpowiedniejszą nazwą formy byłaby „Piedmont-Glaciais” (Mensching, 3), względnie też nazwa, jaką stosuje Hinds (1): „alluvial apron” (w dalszym opisie, dla określenia podstokowego zrównania używać będziemy terminu glaciais) — oraz 3) szerokie dno kotliny, środkiem której płynie rzeka Bujantu.

Wspomniany łańcuch górski prawie w całości zbudowany jest z granitów, a tylko gdzieś tam (głównie na przełęczach) budowę jego urozmaicają łupki zieleńcowe. Ten pozbawiony roślinności, granitowy łańcuch tworzy śmiałe i ostre formy. Od wąskich, ostrych jego grzbietów opadają dość strome stoki o profilach prostoliniowych lub wypukłych. U podnóża, gdzie następuje wyraźne załamanie spadku, nagromadzone zostały bardzo liczne bloki skalne różnych rozmiarów. Tu od wspomnianego załamania zaczyna się owo zrównanie podstokowe (glaciais) z pokrywą luźnych utworów zwietrzelinowych, chaotycznie wymieszanych. Powierzchnia glaciais opada jednostajnie w kierunku dna kotliny. W miarę oddalania się od stoku materiał zwietrzelinowy staje się coraz drobniejszy i przechodzi w końcu w żwirowo-piaszczysty. Nierzadko ponad powierzchnię glaciais sterczą odizolowane pagóry — ostańce denudacyjne. Obserwując z większej odległości omawiany łańcuch górski odnosi się wrażenie, że zagrzebany jest on w zwietrzelinie, ponad powierzchnię której wystają najwyższe jego partie.

W jednej z takich powierzchni glaciais, rozcinanej małymi sajrami, wycięty jest również interesujący nas sajr. Ta nieduża stosunkowo forma, większa jednak niż pozostałe (ogólna długość ok. 4 km) bierze początek u stóp góry, w miejscu gdzie na załomie nagromadziły się luźne bloki skalne. Suche koryto okresowego potoku wycięte jest w pokrywie zwietrzelinowej o nieznanej miąższości. Ogólny kierunek sajrę wyznacza linia



Fot. 1. Ogólny widok obszaru występowania sajru. Na pierwszym planie fragment dna doliny rzeki Bujantu. W głębi — podstokowe zrównanie-glacis, pocięte sajrami
Allgemeinansicht des Gebietes wo der Sajr auftritt. Am ersten Plan ein Fragment des Talbodens des Flusses Bujantu. Im Hintergrund die durch Sajren zerschnittene Glacis



Fot. 2. Meandrujący sajr i jego dopływy (widok z góry)
Der mäandernde Sajr und seine Nebenflüsse (Ansicht von oben)

od NE ku SW, przy czym dolny odcinek ma przebieg bardziej równoleżnikowy. Górny bieg sajru urozmaicają liczne, małe zakola, których ilość (rytm) maleje w odcinku dolnym. Być może spowodowane to jest kilkoma obustronnymi suchymi i małymi dopływami w górnym biegu sajru. Głębokość wcięcia sajru w luźny materiał jest różna, waha się od około 2 m w odcinku źródłiskowym do kilkudziesięciu centymetrów w dolnym biegu. Podobnie różna jest szerokość jego koryta: od 1—1,5 m w biegu górnym do około 2,5 m w dolnym. Nachylenie zboczy jest również wyraźnie zróżnicowane i wynosi (nie uwzględniając pionowych podcinanych ścianek w miejscu zakoli) dla odcinka górnego 22—27°, zaś dla dolnego ok. 7—12°. Charakterystyczną cechą sajru jest brak wyraźniejszych załamań spadku w jego profilu podłużnym. Kamienisto-piaszczyste dno sajru posiada spadek na ogół wyrównany, wyrażający się wartościami średnio ok. 3° w odcinku górnym do ok. 1—2° w dolnym biegu. Różnica wysokości względnej między głową sajru i jego wylotem wynosi ponad 100 m.

Materiał zalegający w dnie sajru przemieszczany jest przez wody okresowo płynące dnem tylko w miesiącach letnich. Składają się nań luźne utwory nieco zróżnicowane w profilu podłużnym sajru. Dno koryta na całej jego długości wyścielają piaski z rumoszem. W górnym odcinku są to piaski z licznymi okruchami skalnymi o średnicy przeważnie około 4—5 mm, przy czym nie brak również i większych odłamków skalnych, a nawet bloków powyżej 1 m średnicy (fot. 3). W miarę oddalania się od głowy sajru maleje udział grubszego rumoszu i bloków skalnych; materiał wypełniający dno staje się wyraźnie drobniejszy. Sajr kończy swój bieg piaszczysto-kamienistym stożkiem napływowym, wkraczającym na szerokie dno doliny Bujantu. Omawiany sajr biegnie na ogół zgodnie z kierunkiem małego łańcucha granitowego, równolegle do jego podnóża, raz zbliżając się, to znów oddalając na odległość kilkudziesięciu metrów od zwałów granitowych bloków skalnych zalegających tuż u stóp góry.

W odległości kilkuset metrów w kierunku N od stożka napływowego (u wylotu sajru), występują na przełęczy duże, luźne bloki granitowe z bardzo wyraźnymi śladami działalności eolicznej. Wspomniane bloki są od strony zachodniej bardzo intensywnie drażone w wyniku procesu korazji (fot. 5). Powierzchnie między gęstą siecią wydrążonych zagłębień poziomych są gładkie, wypolerowane przez wiatr, podczas gdy ściany odwietrzne owych bloków są nierówne i chropowate. Na niektórych blokach oprócz struktury plastrowej występują wyraźnie eoliczne granie. Bloki z podobnym piętnem eolizacji występują w mniejszej ilości wzdłuż całego sajru, po jego prawej stronie, u podnóża małego łańcucha górskiego. Wiele z nagromadzonych tu bloków skalnych naznaczonych jest wyraźnym piętnem zwieterzenia. Na wielu z nich widać koncentryczne skorupy, odpadające od bloku na skutek łuszczenia (eksfoliacji). Na jed-



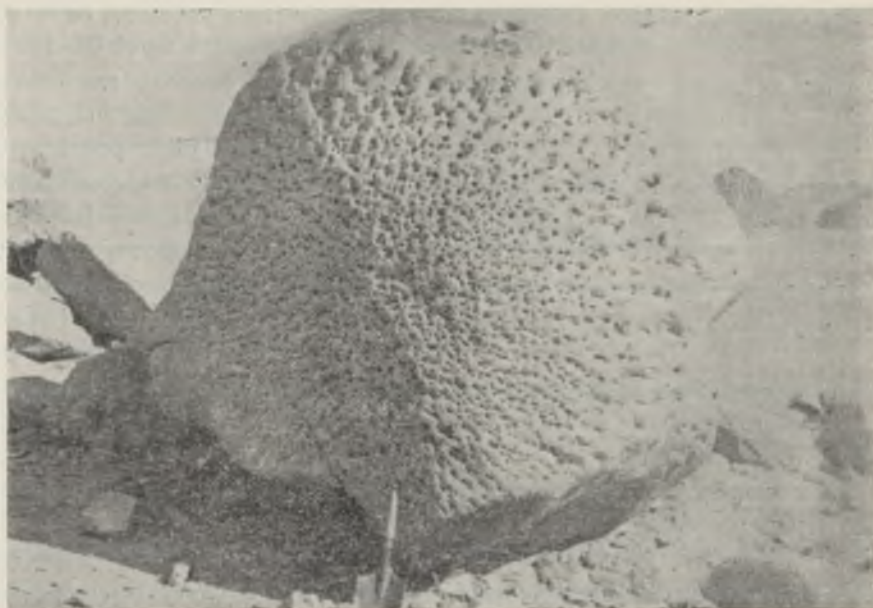
Fot. 3. Fragment sajr w jego górnym odcinku. Koryto sajr wycięte jest w luźnym materiale skalnym
Teilansicht des Sajr in seinem oberen Teil. Das Bett des Sajr ist in loseem Felsenmaterial eingeschnitten



Fot. 4. Sajr w środkowym odcinku. Jego dno wyściela materiał piaszczysto-kamienisty
Der Sajr in seinem mittleren Teil. Den Boden bedeckt sandig-steiniges Material

nym z bloków zauważono swoisty typ wietrzenia fizycznego, polegającego na wypadaniu z dużego bloku skalnego — na skutek procesu deskwamacji — większego fragmentu o półkolistym kształcie.

Oprócz wyraźnych śladów niszczycielskiej działalności eolicznej na omawianym obszarze zachowane są również niemniej wyraźne ślady eolicznej akumulacji, której przykładem jest zalegająca u podnóża góry (w bezpośredniej bliskości głowy sajru) duża hałda usypiskowa (kilkadziesiąt metrów wysoka i kilkaset metrów szeroka). Geneza samej hałdy jest złożona. W jej budowie bierze udział zarówno materiał zwietrzelinowy (różnej wielkości odłamki skalne zsunięte ze stoku) jak i materiał nawiany (piaski eoliczne). Podstawa hałdy spoczywa na powierzchni glacis, podczas gdy pozostała część (wyższa) tej formy „wchodzi” na stok wystawiony ku S (na fot. 1 omawiana forma widoczna jest w postaci trzech jaśniejszych pagórków u podnóża stoku, w środku zdjęcia). Hałdę tę rozcinają dwie krótkie (ok. 100 m długości) dolinki wcięte do głębokości kilkunastu metrów. Zbocza owych dolinek są symetryczne, nachylone pod kątem ok. 25—30°. W wyniku rozcięcia hałdy wspomnianymi dolinkami powstały trzy pagóry (widoczne na fot. 1). Przy powstawaniu hałdy zachodzi zjawisko ząbienia się procesu o charakterze ciągłym (polegającego na grawitacyjnym przemieszczaniu zwietrzliny i jej akumulacji u podnóża góry), z procesem nawiewania piasków o charakterze — być może — mniej ciągłym. Jest wielce prawdopodobne, iż akumulacja piasków eolicznych odbywała się w warunkach szalejących burz piaszczysto-pyłowych, w czasie trwania których silne i porywiste wiatry (głównie z sektora południowego) wymiatały po drodze i unosiły z sobą olbrzymie ilości pyłu i piasku. Potężne chmury pyłowe wzbijały się na dużą wysokość umożliwiającą przerzucenie części niesionego materiału poprzez przełęcz i niższe łańcuchy górskie, a następnie akumulację tego materiału na przeciwległych stokach w cieniu wiatru. Akumulacja piasków eolicznych w hałdzie usypiskowej zachodziła zapewne też pod wpływem wędrujących samotnie powietrznych wirów ssących, przemieszczających się z dużą szybkością. Część materiału wlezonego po powierzchni terenu, względnie unoszonego nisko nad nią, opadała tuż u stóp przeszkody, jaką dla wiatru stanowił stromy stok góry w miejscu, w którym łańcuch górski tworzy łukowate wygięcie, zamykające kotlinę Kobdo od N. Zjawisko burz pyłowych oraz wędrujących wirów powietrznych na tym obszarze nierzadko obserwować można i dzisiaj. Z tymi to procesami wiązać by też należało zarówno fakt wywiewania jak i akumulacji piasków tuż za przełęczą wznoszącą się do wysokości ok. 250 m ponad wspomnianą hałdę. Na przełęczy tej występuje od strony N wyraźna misa deflacyjna, zaś w odległości ok. 150 m od niej w kierunku NW — niewielka powierzchnia



Fot. 5. Duży blok granitowy z poziomymi zagłębieniami wydrążonymi na skutek korazji

Ein grosser Granitblock mit deutlichen Spuren der Korrasion

z małymi (do 1,5 m wysokości) pagórkami piasków eolicznych⁴ z bardzo skąpą roślinnością karagany (*Caragana*). Różnica między materiałem budującym hałdę i materiałem wspomnianych pagórków jest zasadnicza: o ile bowiem w hałdzie usypiskowej piaski eoliczne wymieszane są prawie w całej swej masie z utworem zwietrzelinowym, to pagórki występujące za przełęczą zbudowane są tylko z piasków eolicznych. Utwory zwietrzelinowe zazębiają się z piaskiem eolicznym tylko w bezpośredniej bliskości stoku (na który piaski eoliczne zachodzą). Dzieje się tak zapewne na skutek znacznie mniejszych wymiarów stoku i jego mniejszego kąta nachylenia w porównaniu ze stkiem „podpierającym” hałdę usypiskową.

ANALIZA MATERIAŁU Z DNA SAJRJU

W celu zbadania składu granulometryczno-mineralogicznego materiału wyścielającego dno sajrju, dla dokonania oceny warunków transportu tego materiału i oceny obróbki mechanicznej ziarn kwarcu pobrano jesienią 1964 r. pięć prób pochodzących z dna sajrju, z głębokości 15—20 cm od współczesnej powierzchni dna. Wszystkie próby pobierano z materiału

⁴ Zagadnienia dotyczące piasków eolicznych omawianego obszaru będą tematem odrębnej pracy.

drobnego (piaszczystego). Odległość między punktami pobrania prób była jednakowa — co 1 kilometr licząc zgodnie z przebiegiem wyciętego sajru. Tak więc w głowie sajru pobrano pierwszą próbę (nr 23), zaś ostatnią (nr 27) — w końcowym odcinku sajru, w którym przeważają już procesy akumulacji nad erozją. Oprócz wspomnianych pięciu prób pobrano dodatkowo jeszcze dwie próby: próbę nr 26a — ze ściany wciętego koryta (z poziomu ok. 40—50 cm ponad dnem) oraz próbę 23a — ze ściany krótkiego (kilkumetrowej długości) wcięcia rozgałęziającego głowę sajru. Ten krótki odcinek rozgałęziający obszar źródłiskowy sajru podcina podstawę hałdy usypiskowej (wspomnianej poprzednio), w odległości zaledwie ok. 4 m od miejsca pobrania próby nr 23. Próby nr 23a i 26a w profilu podłużnym odpowiadają miejscom pobrania prób nr 23 i 26. Odległość między nimi wynosi zatem 3 km (licząc drogę zgodnie z krętym biegiem sajru, a nie w linii prostej).

Skład mechaniczny. Uziarnienie luźnego materiału piaszczystego, występującego w dnie sajru przedstawia tab. 1 oraz ryc. 1 i 2. Analizując wyniki przedstawione w tabeli i w wykresach stwierdzić należy słaby stopień wysortowania materiału we wszystkich próbach (z wyjątkiem dwu prób pobranych ze ściany — nr 23a i 26a). Jedną z najliczniej reprezentowanych frakcji ziarn jest frakcja > 2 mm o udziale od 39,24% w próbce 23 (jest to próba pobrana z głowy sajru) do 20,51%

Tab. 1. Skład mechaniczny luźnych utworów w dnie sajru w okolicy Kobdo (Ałtaj Mongolski)

Die mechanische Zusammensetzung der losen Gebilde des Sajrbodens

Numer próby Nummer der entnommenen Probe	udział wagowy (w %) poszczególnych frakcji ziarn w mm Gewichtsanteil (%) der einzelnen Kornfraktionen in mm							Waga próby (w gramach) Gewicht der Probe in Grammen
	powyżej 2,00	2,00—1,00	1,00—0,50	0,50—0,25	0,25—0,10	0,10—0,06	poniżej 0,06	
23	39,24	18,04	18,83	12,34	9,97	1,00	0,58	400,0
23a	13,73	13,26	23,56	26,98	20,71	0,89	0,87	385,4
24	25,17	13,38	16,48	27,50	16,26	0,90	0,31	420,0
25	20,51	4,59	13,19	30,06	29,81	1,39	0,44	316,0
26	34,36	13,43	17,48	21,09	13,05	0,35	0,24	452,0
26a	4,41	3,19	8,56	24,12	50,81	7,53	1,36	417,0
27	23,29	12,59	17,27	21,08	23,68	1,29	0,79	359,0
Średnio* Mittelwert*	28,51	12,41	16,55	22,41	18,55	0,98	0,47	

* bez prób: 23a i 26a

ohne Proben: 23a und 26a

w próbie 25 (środkowy odcinek sajru). Średni udział tej frakcji wynosi 28,51%. W profilu podłużnym sajru zauważyć można stopniowo malejącą jej wartość w kolejnych próbach (nr 24 i 25). Ten prawidłowy, regularnie malejący wraz ze spadkiem udział frakcji grubszej zakłócony jest w dolnym odcinku (próba nr 26), gdzie frakcja > 2 mm reprezentowana jest w 34,36%. W ostatnim wreszcie odcinku sajru zaznacza się znów malejący udział tej frakcji w stosunku do próby nr 26 (ale większy niż w próbach nr 23 i 24). Udział ten wyraża się wartością 23,29%. Dopływ materiału grubszego na odcinku trzeciego kilometra ogólnej długości sajru zadecydował więc o nieco większym udziale (w stosunku do prób nr 23 i 24) grubszych ziarn w odcinku najniższym.

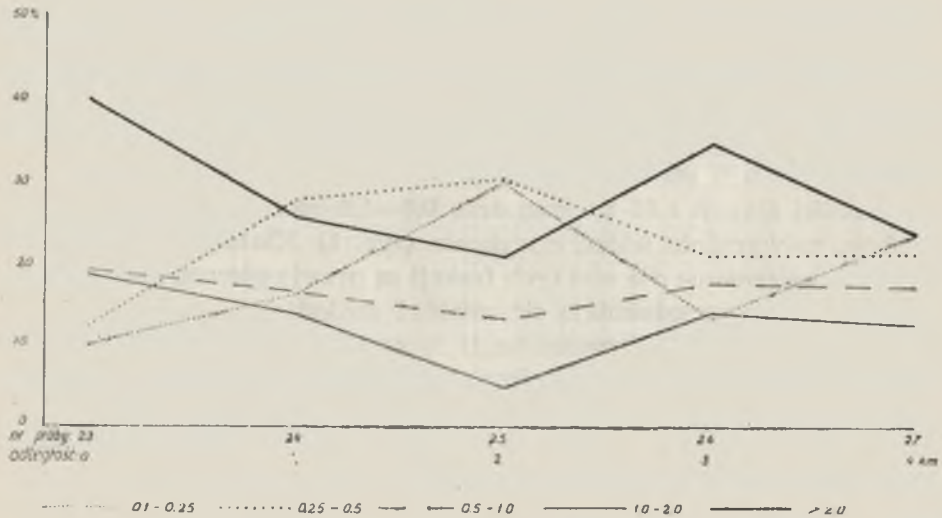
Wartości frakcji 1,0—2,0 mm oraz 0,5—1,0 mm są na ogół do siebie podobne, co wyraźnie widać z wykresu (ryc. 1). Kształty wykreślonych krzywych uziarnienia dla obu tych frakcji są prawie równoległe do siebie. Obydwie krzywe upodabniają się również do kształtu analogicznej linii dla frakcji $> 2,0$ mm. Oznacza to, iż w poszczególnych odcinkach sajru zachodzi stopniowy, proporcjonalny ubytek frakcji grubszych (od 0,5 do $> 2,0$ mm). Tak więc można by oznaczyć owe trzy najgrubsze frakcje ziarn jako malejące wraz ze spadkiem sajru (prawidłowość ta zakłócona jest jedynie w próbie nr 26).

Tab. 2. Udział kwarcu w poszczególnych frakcjach (w %% ilościowych)
Der Quarzanteil in den einzelnen Fraktionen (in Prozentanzahl)

Numer próby Numer der Probe	Frakcje ziarn w mm — Kornfraktionen in mm				Średnio Mittelwert
	2,00—1,00	1,00—0,50	0,50—0,25	0,25—0,10	
23	44,4	61,9	70,7	76,9	63,5
23a	54,8	68,7	79,7	77,2	70,1
24	46,8	41,6	78,4	79,0	61,4
25	43,8	75,5	84,7	72,5	69,1
26	49,1	59,3	78,7	76,3	65,8
26a	41,5	59,7	78,7	74,6	63,6
27	45,7	45,4	80,0	79,4	62,6
Średnio Mittelwert	45,9	56,7	78,5	76,8	64,5

W składzie mechanicznym badanych utworów licznie reprezentowane są również ziarna frakcji 0,10—0,25 oraz 0,25—0,5 mm. Ich obecność w badanych piaskach wynosi średnio 18,55% dla frakcji 0,10—0,25 mm oraz 22,41% dla frakcji 0,25—0,5 mm. Procentowy udział tych frakcji jest odwrotnością udziału frakcji $> 2,0$ mm, co jest zresztą zrozumiałe i nie

wymaga interpretacji. Frakcje 0,10—0,25 oraz 0,25—0,5 mm w przeciwieństwie do frakcji poprzednio omówionych nazwać by można w z r a s t a j ą c y m i. Kształty krzywych dla frakcji malejących i wzrastających ze spadkiem sajru dają zasadniczo różniący się obraz, co wyraźnie widać w wykresie (ryc. 1).



Ryc. 1. Zmienność uziarnienia kwarcu w zależności od spadku sajru
Veränderlichkeit der Korngrösse des Quarz in Abhängigkeit des Sajrgefälles

Pozostałe frakcje (0,06—0,10 mm oraz $< 0,06$ mm) reprezentowane są w analizowanym materiale w znikomym procencie (od 0,31 do 1,36%). Tak więc wartości udziału w analizowanym materiale ziarn najdrobniejszych uznać należy w świetle przytoczonych liczb za przypadkowe.

Skład mineralny. Wyniki uzyskane z analizy składu mineralnego omawianych piasków ilustrują tab. 2 i 3. Tab. 2 informuje o udziale kwarcu w poszczególnych frakcjach dla wielkości ziarn 0,10—2,0 mm. Dopełnienie do 100% zawartości stanowią w grubszych frakcjach (0,5—2,0 mm) we wszystkich próbach ziarna będące okruchami skalnymi (głównie skałenie względnie zrosty kwarcu ze skaleniami, czy też zrosty amfiboli z kwarcem lub same amfibole). W drobniejszych frakcjach (0,10—0,50 mm) będą to tlenki Fe, epidot, amfibole, skałenie oraz — rzadziej — biotyt. Wspólną cechą wszystkich prób jest udział w nich CaCO_3 , przy czym zawartość węglanu wapnia rośnie na ogół wraz z grubością ziarn.

Odnośnie do występowania kwarcu w poszczególnych próbach i frakcjach stwierdzić należy stosunkowo niski jego udział (od 41,6% w próbce nr 24 we frakcji 0,5—1,0 mm do 84,7% w próbce nr 25 we frakcji 0,25—0,5 mm). Wynosi on we wszystkich próbach i wszystkich frakcjach śred-

nio 64,5%. Średni natomiast udział kwarcu we frakcji 1,0—2,0 mm wynosi 45,9% oraz 56,7% we frakcji 0,50—1,0 mm. Odmienne niż w omówionych frakcjach przedstawia się obecność kwarcu w materiale drobniejszym: 78,5% we frakcji 0,25—0,50 mm oraz 76,8% we frakcji 0,10—0,25 mm. Zjawisko to nie wymaga wyjaśnienia, bowiem w tego typu osadach, dla których głównym źródłem materiału są rozpadające się granity, udział kwarcu będzie zawsze odwrotnie proporcjonalny do wielkości frakcji.

Minerały ciężkie. Dla uzyskania pełniejszego obrazu rozwoju sajru oraz warunków transportu luźnego materiału, wydzielono w bromoformie ze wszystkich pobranych prób minerały ciężkie (z frakcji ziarn 0,10—0,25 mm). Minerały te wydzielone zostały z małych próbek o wadze 3,0 g każda. Wyniki uzyskane z analizy minerałów ciężkich przedstawione zostały w tab. 3. Z tabeli tej wyraźnie widać duży udział ciężkich minerałów w piaskach (2,7—12,7%). Procent minerałów ciężkich maleje na ogół w miarę oddalania się od głowy sajru. Minerały ciężkie najliczniej reprezentowane są w próbce nr 23 (12,7%), a więc w materiale „wyjściowym”, co stosunkowo łatwo można wytłumaczyć wzbogacaniem się w nie na skutek stałego dopływu zwietrzliny, z drugiej zaś strony — słabym stosunkowo odpływem minerałów ciężkich ze względu na duży ich ciężar właściwy. Stwierdzenie to podkreśla jeszcze fakt, iż w owych 12,7% minerałów ciężkich aż 8,8% stanowi frakcja magnetyczna. Frakcja ta złożona jest głównie z magnetytu, a więc minerału, który w porównaniu ze wszystkimi pozostałymi minerałami wchodzącymi w skład frakcji ciężkiej odznacza się największym ciężarem właściwym wynoszącym 5,16—5,18 (dla porównania dodać należy, iż ciężary właściwe niektórych pozostałych, licznie reprezentowanych minerałów ciężkich są znacznie niższe i wynoszą: dla epidotu — 3,35—3,38, dla piroksenów — 3,1—3,6 oraz dla amfiboli — 2,8—3,6). Nie bez znaczenia dla warunków transportu minerałów ciężkich o bardzo bogatej zawartości w nich frakcji magnetycznej (frakcja magnetyczna w próbce nr 23 wynosi aż 69,7% w stosunku do całej frakcji minerałów ciężkich) pozostaje również fakt właściwości magnetycznych cechujących ziarenka magnetytu. W warunkach większej ich koncentracji ziarenka te przyciągając się wzajemnie mogą tworzyć agregaty złożone z kilku lub kilkunastu ziarenek, co zapewne stanowić może przeszkodę i opór w procesie transportu. Za takim stwierdzeniem zdaje się przemawiać fakt, iż również w następnej próbce (próba nr 24) udział frakcji magnetycznej w stosunku do całej frakcji minerałów ciężkich wynosi 62,5%, co w porównaniu z próbkami pobranymi w niższych odcinkach sajru jest wartością wyjątkowo dużą. W środkowym odcinku sajru (w próbce nr 25) procent frakcji magnetycznej wynosi już tylko 23,1, w próbce nr 26 wykazującej zakłócenia — 43,8 i wreszcie w próbce nr 27

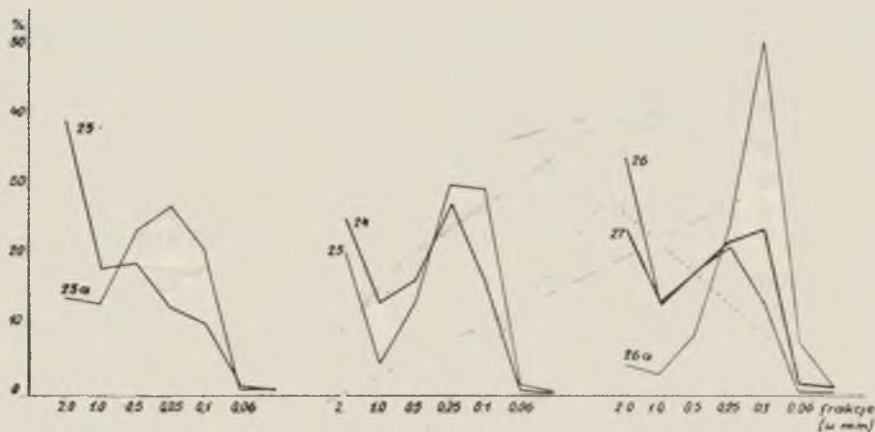
Tab. 3. Piaski frakcji 0,10—0,25 mm z dna sajrzu oraz wydzielone z nich minerały ciężkie (z próbek o wadze 3,0 g każda) Sande der Fraktion 0,10—0,25 mm aus dem Sajrboden sowie die aus ihnen ausgeschiedenen Schwermineralien (Proben deren Gewicht 3,0 g jede betrug)

Numer próby	w wagowe — Gewichtprocente			Skład mineralny (w % ilościowych) Mineralienzusammensetzung (in Prozentanzahl)						Ilość ziarn badanych Menge der untersuchten Körner				
	minerałów ciężkich schwerer Mineralien	frakcji magnetycznej w stosunku do: Fraktion im Verhältnis zur:		frakcji 0,10—0,25 mm w całej próbce (nie min. 10 próbek) Fraktion 0,10—0,25 mm in der ganzen Sandprobe	cyrkon Zirkon	epidot Eplidot	granaty Granate	tlenki Fe Eisenoxide	pyroksen Pyroxene		amfibole Amphibole	biotyt Biotit		
		próby 3,0 g Probe	frakcji ciężkiej schwerer Fraktion										frakcji 0,10—0,25 mm in der ganzen Sandprobe	
23	12,7	8,83	69,7	7,5	0,5	32,0	—	0,5	26,0	2,5	7,5	31,0	—	200
23a	7,3	3,33	45,4	3,8	0,5	29,5	—	1,0	20,5	0,5	9,0	39,0	—	200
24	2,7	1,67	62,5	4,4	1,0	33,0	—	5,5	16,0	2,5	5,0	37,0	—	200
25	4,3	1,00	23,1	3,2	0,5	31,0	0,5	3,0	4,0	1,5	4,5	55,0	—	200
26	5,3	2,33	43,8	5,1	0,6	26,0	0,6	1,3	16,9	1,6	5,9	47,0	0,3	300
26a	3,0	1,33	44,4	1,4	1,0	29,5	—	0,5	11,0	1,5	9,5	47,0	—	200
27	5,0	1,00	20,0	3,5	0,5	36,0	—	1,5	7,5	0,5	5,0	49,0	—	200
średnio: Mittelwert:	6,0	2,97	43,8	4,7	0,6	31,6	0,2	2,4	14,1	1,7	5,6	45,8	—	—

- 1 W stosunku do całej frakcji 0,10—0,25 mm
 — im Verhältnis zur ganzen Fraktion 0,10—0,25 mm
 2 Bez udziału próby 23a i 26a
 — ohne Anteil der Probe 23a und 26a

(na ostatnim kilometrze sajru) udział frakcji magnetycznej wynosi już tylko 20,0%.

Podstawę do wyciągnięcia wniosków, które w pewnym zakresie zdają się potwierdzać uprzednio sformułowane uwagi, daje również zestaw minerałów ciężkich (tab. 3). Analizując udział w nich amfiboli oraz tlenków żelaza, stwierdzić musimy wzrastanie ilości amfiboli w miarę oddalania się od głowy sajru przy jednoczesnym spadku udziału tlenków żelaza. Zjawisko to tłumaczyć należy stosunkowo niskim ciężarem wła-

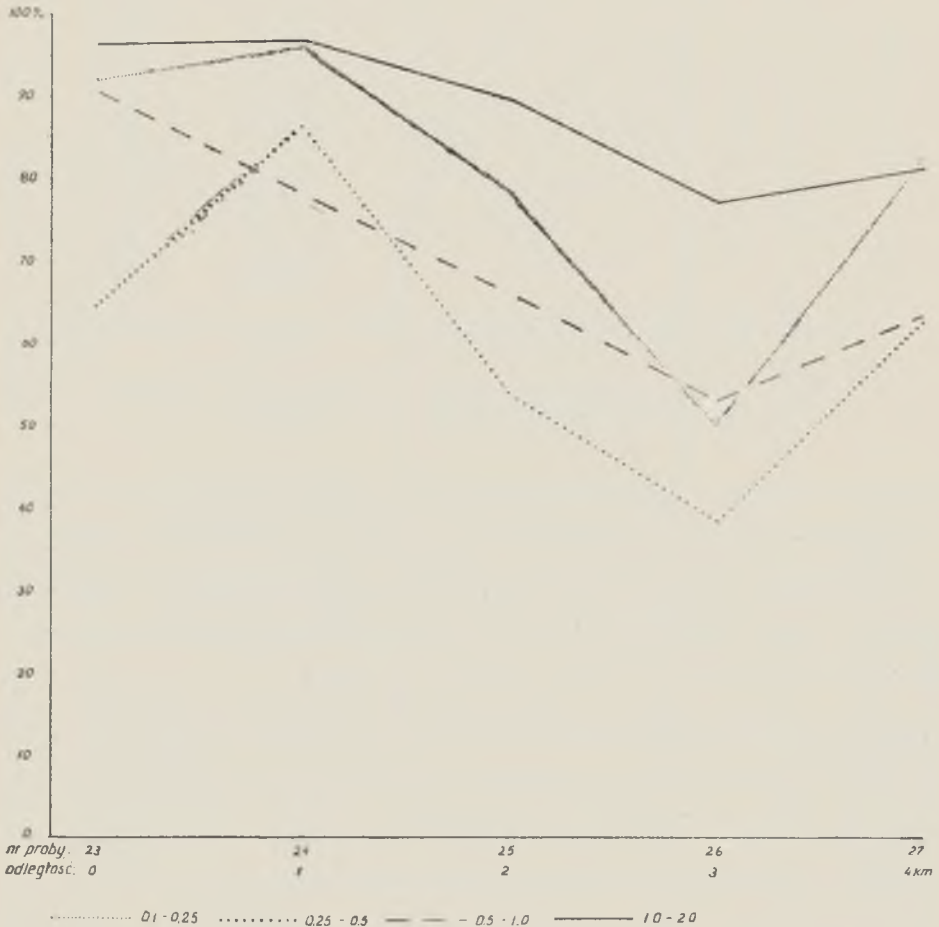


Ryc. 2. Krzywe uziarnienia kwarcu w poszczególnych próbach
Kurve der Korngrösse des Quarzes in den einzelnen Proben

ściwym amfiboli w przeciwieństwie do znacznie większego ciężaru tlenków żelaza. Wartości zamieszczone w tabeli 3 pozwalają wreszcie na stwierdzenie, iż udział minerałów ciężkich, wchodzących w skład frakcji 0,10—0,25 mm, jest na ogół odwrotnie proporcjonalny do udziału tej frakcji w całej próbie. Zjawisko to wydaje się mieć ścisły związek z procesem naturalnego sortowania materiału luźnego.

Obtroczenie ziarn kwarcu. Wyniki analizy obtoczenia ziarn kwarcu przedstawione zostały w tab. 4 oraz w wykresie (ryc. 3). Interpretując te wyniki można na wstępie stwierdzić pewną, charakterystyczną dla ziarn kwarcu, prawidłowość we współzależności między obtoczeniem i przebytą drogą. Z krzywych na ryc. 3, dotyczących ziarn ostrokrawędzistych, wchodzących w skład czterech analizowanych frakcji (0,10—0,25, 0,25—0,50, 0,50—1,0 oraz 1,0—2,0 mm) można wnioskować o stopniowo malejącym udziale ziarn ostrokrawędzistych w miarę oddalania się od głowy sajru. Pobieżny rzut oka na wykresy pozwala zauważyć, iż wszystkie krzywe wykreślone dla próby nr 26 (dolny odcinek sajru) załamują się i wykazują pewne odchylenia od prawidłowego przebiegu w próbie

nr 27 (wylot sajru). Najbardziej prawidłowy przebieg wykazuje krzywa wykreślona dla frakcji 0,50—1,0 mm. Należy zaznaczyć, iż ziarna tej wielkości powszechnie brane są pod uwagę dla dociekań nad zagadnieniem obróbki mechanicznej oraz transportu materiału piaszczystego w ogóle. Są one bowiem najbardziej podatne na obróbkę mechaniczną. Wspomniana krzywa (0,5—1,0 mm) opada równomiernie wraz z oddalaniem się od głowy sajru; równomiernie maleje więc udział ziarn ostrokrawędzistych. Ta zgodna z teoretycznymi założeniami prawidłowość skłoniła do podjęcia próby ilościowego określenia zjawiska intensywności procesów obróbki mechanicznej ziarn kwarcu w omawianym sajrze. Analizując



Ryc. 3. Udział ostrokrawędzistych ziarn kwarcu w zależności od przebytej drogi w km (dla poszczególnych frakcji ziarn)

Der Anteil scharfkantiger Quarzkörner in Abhängigkeit der durch sie hinterlegten Strecke in km (für die einzelnen Fraktionen der Körner)

Tab. 4. Obróbka mechaniczna ziarn kwarcu luźnych utworów w dnie sajru
Die mechanische Abrundung der Quarzkörner in den losen Gebilden vom Sajrboden

Numer próby Nummer der ent- nommenen Probe	Wielkość ziarn w mm Korngrösse in mm	Obtroczenie (w % ilość.) Abrundung (in Prozentanzahl)					Połysk (w % ilość.) Glanz (in Prozentanzahl)			Ilość badanych ziarn Menge der unter- suchten Körner
		I	II	III	IV	V	1	2	3	
23	2,00—1,00	—	—	1,0	3,0	96,0	—	21,0	79,0	200
	1,00—0,50	—	—	3,0	6,5	90,5	—	17,5	82,5	200
	0,50—0,25	—	—	5,5	30,0	64,5	1,5	23,5	75,0	200
	0,25—0,10	—	—	—	8,0	92,0	4,5	27,5	68,0	200
23a	2,00—1,00	—	—	4,5	22,0	73,5	—	24,5	75,5	200
	1,00—0,50	—	—	8,0	43,5	48,5	—	23,5	76,5	200
	0,50—0,25	—	1,0	5,5	53,0	40,5	0,5	41,5	58,0	200
	0,25—0,10	—	—	0,5	44,0	55,5	—	54,5	45,5	200
24	2,00—1,00	—	—	—	3,5	96,5	—	25,5	74,5	200
	1,00—0,50	—	—	1,0	21,0	78,0	—	24,0	76,0	200
	0,50—0,25	—	—	—	13,5	86,5	3,5	38,0	58,5	200
	0,25—0,10	—	—	—	4,0	96,0	10,5	34,0	65,5	200
25	2,00—1,00	—	—	1,0	10,5	89,5	—	14,0	86,0	200
	1,00—0,50	—	—	5,0	29,0	66,0	—	17,0	83,0	200
	0,50—0,25	—	—	5,0	41,0	54,0	2,0	31,0	67,0	200
	0,25—0,10	—	—	2,5	19,0	78,5	4,0	35,0	61,0	200
26	2,00—1,00	—	—	3,5	19,5	77,0	—	13,0	87,0	200
	1,00—0,50	—	—	9,0	38,0	53,0	—	25,0	75,0	200
	0,50—0,25	—	—	3,0	58,5	38,5	10,5	42,0	47,5	200
	0,25—0,10	—	—	3,5	46,5	50,0	1,0	37,0	62,0	200
26a	2,00—1,00	—	—	1,0	14,5	84,5	—	15,0	85,0	200
	1,00—0,50	—	—	2,0	26,5	71,5	—	18,0	82,0	200
	0,50—0,25	—	—	2,0	23,0	75,0	1,0	30,0	69,0	200
	0,25—0,10	—	—	—	10,5	89,5	0,5	29,5	70,0	200
27	2,00—1,00	—	—	1,0	18,0	81,0	—	13,0	87,0	200
	1,00—0,50	—	—	4,0	32,5	63,5	—	15,5	84,5	200
	0,50—0,25	—	—	3,0	34,0	63,0	5,5	31,0	63,5	200
	0,25—0,10	—	—	—	17,5	82,5	1,5	40,0	58,5	200

Objaśnienia: I — ziarna zupełnie obtoczone, II — obtoczone, III — średnio obtoczone, IV — słabo obtoczone, V — ostrokrawędziste;

1 — ziarna błyszczące, 2 — półbłyszczące, 3 — matowe

I — völlig abgerundete Körner, II — abgerundete, III — mittelmässig abgerundete, IV — schwach abgerundete, V — scharfkantige Körner

1 — glänzende Körner, 2 — halbgänzende Körner, 3 — matte Körner

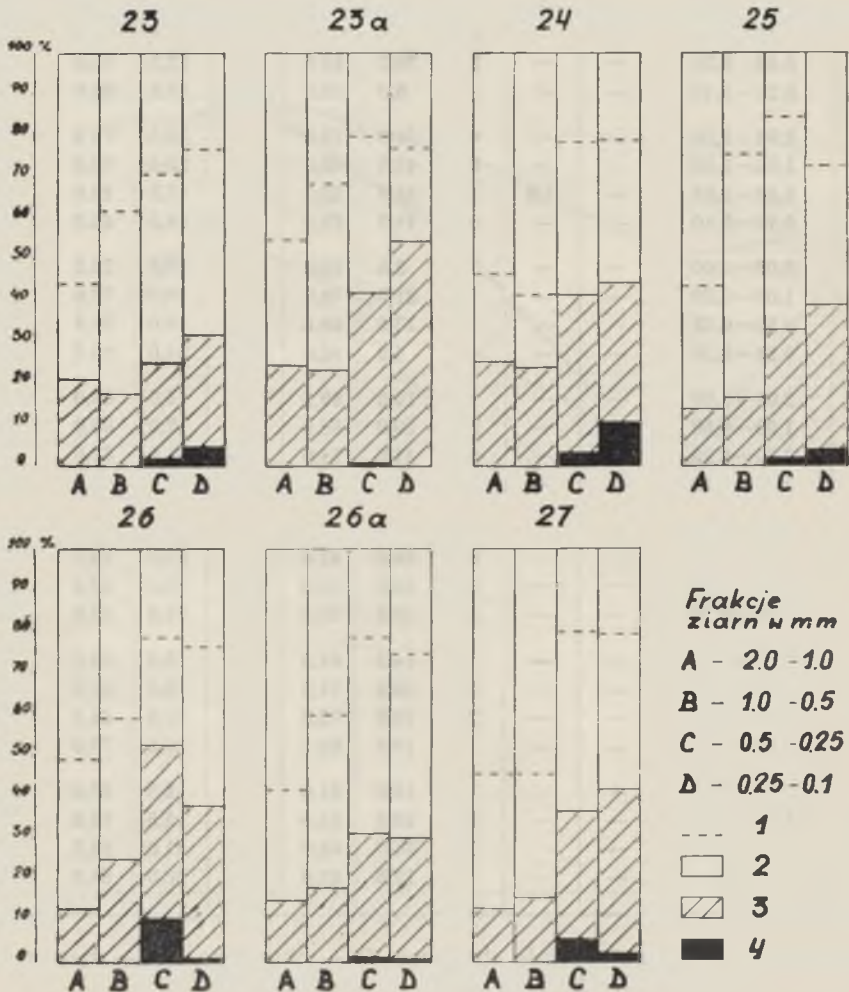
różnice procentowego udziału ziarn ostrokrawędzistych we frakcji 0,5—1,0 mm w poszczególnych odcinkach sawru (dla prób pobieranych co jeden kilometr), stwierdzić należy, iż wynoszą one:

w próbie nr 23 — 90,5%;

w próbie nr 24 — 78,0% (o 12,5% mniej w stosunku do próby 23);

w próbie nr 25 — 66,0% (o 12,0% mniej w stosunku do próby 24);

w próbie nr 26 — 53,0% (o 13,0% mniej w stosunku do próby 25).



Ryc. 4. Zmatowienie ziarn kwarcu; 1 — udział kwarcu w poszczególnych frakcjach, 2 — ziarna matowe, 3 — ziarna półbłyszczące, 4 — ziarna błyszczące
 Mattierung der Quarzkörner; 1 — Der Anteil von Quarz in den einzelnen Fraktionen, 2 — matte Körner, 3 — halbgänzende Körner, 4 — glänzende Körner

Średnia więc wartość procesu łagodzenia ostrokrawędzistych ziarn kwarcu wynosi 12,5% na jeden kilometr przebytej drogi. Można zatem wnioskować, iż udział ostrokrawędzistych ziarn kwarcu tej frakcji maleje w czasie transportu równającego się jednemu kilometrowi drogi o 12,5%.

Analizując udział ostrokrawędzistych ziarn kwarcu w pozostałych frakcjach widać na ogół podobieństwo krzywych wykreślonych dla tych frakcji z obrazem poprzedniej krzywej (ryc. 3). Linie te są na ogół równoległe, odbiega tylko nieco od ich kształtu krzywa ilustrująca udział ostrokrawędzistych ziarn we frakcji 0,25—0,5 mm. Poza wzrostem udziału tych ziarn (w próbie nr 24) jej dalszy przebieg nie odchyła się zasadniczo od przebiegu pozostałych linii.

Malejący stopniowo ze spadkiem sajru udział ostrokrawędzistych ziarn odnosi się do całej formy z wyjątkiem najniższego jej odcinka, gdzie sajrowy przechodzi w stożek napływowy. Tu materiał jest wymieszany i zawiera domieszkę ziarn mogących pochodzić z bezpośredniego sąsiedztwa — z powierzchni glacis, pokrytej materiałem zwietrzelinowym.

Z m a t o w i e n i e z i a r n k w a r c u. Wyniki analizy dotyczącej polysku i zmatowienia ziarn kwarcu zamieszczone zostały w tab. 4 oraz w histogramie (ryc. 4). Z danych liczbowych i graficznych wynika, iż najliczniej we wszystkich próbach reprezentowane są ziarna matowe. Jedynie tylko w próbie nr 23a we frakcji 0,10—0,25 mm ziarna matowe stanowią mniej niż połowę (45,5%), zaś w próbie nr 26 (frakcja 0,25—0,50 mm) — prawie połowę ogółu ziarn (47,5%). Udział ziarn błyszczących w badanych piaskach jest znikomy. Ziarna takie występują tylko we frakcjach drobniejszych (0,10—0,25 oraz 0,25—0,5 mm) w ilości 0,5—5,5%, z wyjątkiem prób 24 i 26, w których ziarna błyszczące osiągają wartość 10,5%. Obecność ziarn pośrednich (półbłyszczących) w badanych utworach waha się w granicach 13,0—42,0% (pomijając próbę nr 23a, w której ziarna pośrednie reprezentowane są w ilości 54,5%).

UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

Opisana forma (sajr) powstała w specyficznych warunkach tak ze względu na budowę geologiczną jak też (a może głównie?) na warunki klimatyczne, o czym krótko wspomniano we wstępie. Ta swoistość odnosi się również do rozwoju formy, warunków transportu i innych procesów. Warto tu zwrócić uwagę na niektóre momenty, charakterystyczne dla wspomnianej już odrębności omawianego obszaru.

Tak na przykład wydaje się, iż z rozważań o procesach obróbki mechanicznej ziarn kwarcu nie można wykluczyć roli zmian temperatury pod wpływem zmiennego nasłonecznienia. W konkretnych warunkach klimatycznych, w zasięgu których znajduje się omawiany obszar, nasło-

niecznienie to jest bardzo duże i duże są również wahania temperatury zarówno roczne jak i dobowe. Jeśli zatem powierzchnia piasków (głównie jasne minerały — kwarc i skalenie), wśród których duży udział biorą minerały ciemne (amfibole oraz tlenki żelaza, a wśród nich głównie czarny magnetyt) wystawiona jest na intensywne działanie promieni słonecznych, wówczas — w wyniku niejednakowego współczynnika przewodnictwa cieplnego i rozszerzalności poszczególnych minerałów — następują na skutek zmian objętości tych minerałów drobne ruchy powodujące nieznaczne przemieszczanie się luźnych ziarn mineralnych względem siebie.

W konsekwencji takiego procesu następuje wzajemne ocieranie się poszczególnych ziarenek, co z kolei prowadzi do łagodzenia ostrych krawędzi ziarn, krawędzi najbardziej podatnych i narażonych na ścieranie, tym intensywniejsze, że odbywające się na sucho w miejscu okresowego zalegania materiału w dnie sajr, w suchej porze roku (około 10 miesięcy w ciągu roku). W okresie tym tylko silniejsze wiatry mogą spełniać rolę czynnika transportu, wiatry lokalne, wiejące od S i W, gdyż od pozostałych kierunków sajr osłaniają góry. Niestety, niewiele można powiedzieć na temat intensywności samego procesu przemieszczania się ziarenek względem siebie, a jeszcze mniej o wielkości wpływu tego procesu na obróbkę mechaniczną ziarn. Jedno wydaje się nie ulegać wątpliwości, mianowicie to, iż zjawisko takie zachodzi.

W rozważaniach dotyczących zagadnienia obróbki mechanicznej ziarn kwarcu w zależności od transportu powołano się na dane liczbowe, uzyskane z wyników analiz. Wartość 12,5%, jako ilościowe określenie procesów mechanicznego obtaczania pierwotnie ostrokrawędzistych ziarn kwarcu do stanu ziarn słabo obtoczonych, przyjęto za orientacyjny wskaźnik obróbki mechanicznej ziarn we frakcji 0,5—1,0 mm. Należy tu wyraźnie podkreślić, iż jest to wskaźnik orientacyjny (o znaczeniu być może tylko lokalnym) i dotyczący jedynie stopnia obtoczenia różniącego ziarno ostrokrawędziste od ziarna bardzo słabo obtoczonego. Jeśli w ogóle tę wartość uznać, to raczej — w świetle przytoczonych wyżej uwag — jako rezultat nie tylko samego transportu na odcinku jednego kilometra drogi, ale także nasłonecznienia w procesie obtaczania ziarn. Warto może zastanowić się nad jeszcze jednym zagadnieniem. Jeżeli w przyjętej pięciostopniowej skali obtoczenia ziarn (I — ziarna zupełnie obtoczone, II — obtoczone, III — średnio obtoczone, IV — słabo obtoczone i V — ostrokrawędziste) ilość ostrokrawędzistych ziarn maleje po przebyciu 1 km drogi (o 12,5% na korzyść ziarn słabo obtoczonych), to zachodzi pytanie, jaki odcinek drogi musiałoby odbyć ziarenko kwarcu zaliczone do stopnia czwartego, aby nabrało ono cech obtoczenia właściwych ziarenkom stopnia trzeciego itd.

Wydaje się, iż przejście ziarna ostrokrawędzistego w ziarno słabo obtoczone nie wymaga długiego transportu, gdyż w procesie obtaczania chodzi tu tylko o złagodzenie ostrych krawędzi ziarna, tych krawędzi najbardziej narażonych na obróbkę mechaniczną w czasie każdorazowego wyruszenia ziarenka z pierwotnego (poprzedniego) położenia i to bez względu na charakter transportu. Z chwilą bowiem osiągnięcia przez ziarno pewnego minimum kształtów opływowych proces dalszego obtaczania ziarna jest zapewne znacznie powolniejszy.

W związku z uwagami o obróbce mechanicznej warto może dokonać porównania charakteru ziarn pochodzących ze zwietrzliny granitowej omawianego obszaru z ziarnami pochodzącymi ze zwietrzliny granitowej w Karkonoszach. Wg K r y g o w s k i e g o (2) udział skrajnie ostrokrawędzistych ziarn w rozsypujących się granitach karkonoskich wynosi ok. 90% (wartość ta dotyczy zwietrzliny „zgniłego” granitu, podczas gdy w zwietrzelinie pokryw, w której graniastość ziarna kwarcowego została wyraźnie złagodzona, udział ziarn ostrokrawędzistych maleje do 15% na korzyść ziarn wykazujących słabe ślady obróbki). Dokładne porównanie charakteru obtoczenia ziarn zwietrzliny karkonoskiej z ziarnami zwietrzliny interesującego nas obszaru jest prawie niemożliwe chociażby ze względu na nieporównywalne wielkości ziarn, przyjęte w badaniach K r y g o w s k i e g o (1,0—1,25 mm). Najbardziej zbliżone wielkością do wspomnianych wydają się być ziarna we frakcjach 0,5—1,0 oraz 1,0—2,0 mm. Udział w nich ziarn ostrokrawędzistych wynosi: 90,5% (we frakcji 0,5—1,0 mm) oraz 96% —we frakcji 1,0—2,0 mm. Należy podkreślić, iż przytoczone wartości odnoszą się tylko do ziarn w próbie nr 23, zawierającej materiał najbardziej „świeży” („wyjściowy”), o charakterze zatem materiału najbardziej zbliżonego do zwietrzliny „zgniłego” granitu w Karkonoszach. Z przytoczonych danych liczbowych wynika więc, iż porównywany materiał wykazuje pewne analogie. Wyniki nie mniej ciekawe od wyżej przytoczonych daje porównanie intensywności procesów obróbki mechanicznej ziarn pochodzących ze zwietrzliny granitowej, które odbyły krótki transport rzeczny — „od kilkuset metrów do kilku kilometrów” — w źródłowym odcinku rzeki Kwisy (K r y g o w s k i, 2, s. 61), z wynikami obróbki ziarn w sajrze. Z histogramu przytoczonego w pracy tego autora (s. 62) wynika, iż z masy ziarn w 90% ostrokrawędzistych uległo słabemu obtoczeniu ok. 30%. Rezultat ten wskazywałby na pewne analogie z procesami obróbki mechanicznej odbywającej się w sajrze, gdzie udział ziarn ostrokrawędzistych maleje z 90,5% (w próbie nr 23 — głowa sajru) do 53% (próba nr 26) na odcinku długości 3 km (ubytek ziarn ostrokrawędzistych na korzyść słabo obtoczonych wyraża się więc wartością 37,5%). Jeśli jednak uwzględnimy skrajnie różne warunki klimatyczne porównywanych obszarów oraz związane

z tym zupełnie różne warunki transportu i procesów obróbki mechanicznej, wówczas dojdziemy do wniosku, iż procesy niszczenia ziarna w warunkach klimatu półpustynnego są znacznie intensywniejsze (mimo pozorowego „bezruchu”), zaś niszczone ziarna stają się szybciej „dojrzałe”.

Godne uwagi wydaje się również zagadnienie dużej ilości ziarn matowych, obecnych w materiale wykazującym słaby stopień obtoczenia. Należało się raczej spodziewać zjawiska odwrotnego wobec faktu, iż zwietrzelina granitowa jest źródłem niezniszczonych („świeżych”) ziarn kwarcu. W świetle jednak wcześniej przytoczonych uwag o przemieszczaniu się ziarn względem siebie na skutek zmian ich objętości w wyniku intensywnego nasłonecznienia i związanego z tym procesu obróbki mechanicznej (a więc i zmatowienia) — pozorna ta niezgodność wydaje się zrozumiała. W dalszym jednak ciągu rozważań zwrócić należy uwagę na zagadnienie ilościowego zróżnicowania stopnia zmatowienia ziarn w poszczególnych próbach. I tak np. w próbie nr 23a ziarna wszystkich frakcji są na ogół lepiej obtoczone od ziarn w pozostałych próbach, a równocześnie są one nieco mniej zmatowiałe. Z drugiej jednak strony podkreślić należy fakt nieobecności wśród nich ziarn błyszczących (jedynie tylko we frakcji 0,25—0,50 mm znalazło się jedno ziarenko błyszczące). Z przytoczonych faktów można by wnioskować, iż proces matowienia powierzchni ziarn kwarcu prawdopodobnie intensywniej zachodzi w czasie przemieszczania się ziarenek pod wpływem zmian ich objętości aniżeli na drodze transportu eolicznego (w czasie burz pyłowych względnie wędrowki ssących wirów powietrznych).

Pozostaje jeszcze do wyjaśnienia fakt zakłóceń ogólnej prawidłowości dotyczącej uziarnienia i składu mineralnego w próbie nr 26 oraz obróbki mechanicznej ziarn kwarcu w próbie 27 (dolne odcinki sajru). Chodzi tu o odpowiedź na pytanie, skąd w próbie nr 26 wziął się materiał i grubszy, i zasobniejszy w minerały ciężkie (szczególnie magnetyczne), materiał podobny do „wyjściowego” (próba nr 23) uziarnieniem i udziałem frakcji magnetycznej, a różniący się obtoczeniem ziarn.

W świetle przytoczonych poprzednio uwag współwystępowanie grubych ziarn i frakcji magnetycznej jest zgodne. Wyjaśnienie tego zagadnienia jest trudne. Być może materiał występujący w próbie nr 26 jest domieszką materiału pochodzącego z powierzchni glacis. Bowiem w miejscu, z którego wzięta została próba nr 26, prawa ściana sajru (ok. 80 cm wysokości) jest pionowa i podcinana (małe zakole). W takich warunkach mogło zaistnieć pewne zahamowanie w odprowadzaniu luźnego materiału przez wodę płynącą. Być może, iż grubszy materiał pochodzi z akumulacji odbywającej się po przeciwnej stronie podcinanego brzegu, i że mogło tu nastąpić relatywne wzbogacenie się piasków w ziarno grubsze oraz w minerały ciężkie. Najprawdopodobniej jednak zakłócenia te są uwa-

runkowane transportem wód burzowych — transportem, w następstwie którego dokonało się w krótkim czasie jednorazowe przemieszczenie materiału z głowy sajru i akumulacja tego materiału w dolnym biegu. Gdy zaś chodzi o wzrost udziału ziarn ostrokrawędzistych w ostatnim odcinku sajru (próba nr 27), to przyjąć tu należy wzmożony udział materiału z bezpośredniego sąsiedztwa, z pokrywy zwietrzelinowej, na którą zachodzi stożek napływowy sajru.

Pamiętać wreszcie należy, iż omawiany sajr jest formą małą, zaś zachodzące w nim procesy erozji i akumulacji mogą mieć bardzo różny przebieg, i że nawet po dłuższych okresach pozornej stabilizacji sajru mogą nastąpić dość gwałtowne zmiany, których pozostałości maskowane być mogą następnymi, „normalnie” działającymi procesami. Forma ta modelowana jest nie na drodze jednostajnie działających procesów, lecz skokowo (okresowo). Interesujące są wyniki z analizy dotyczącej uziarnienia oraz obtoczenia i składu mineralnego prób pobranych nie z dna sajru, lecz ze ścian (próby nr 23a i 26a). Podczas gdy materiał próby 23a wykazuje wyższy stopień obtoczenia ziarn kwarcu niż materiał próby 23, pobranej z bezpośredniej bliskości (z dna), to na odwrót — ziarna w próbie 26a są słabiej obtoczone od ziarn próby 26. Jednak materiał obydwu prób (23a i 26a) cechuje znacznie wyższy stopień wysortowania (szczególnie w próbie 26a), co wyraźnie wykazuje kształt krzywych (ryc. 2). Wyższy stopień wysortowania piasków w próbie 23a przy jednocześnie wyższym również stopniu obtoczenia ziarn kwarcu (w porównaniu z próbą nr 23) stosunkowo łatwo można wytłumaczyć procesami eolicznymi, o których była mowa. Inaczej natomiast, gdy chodzi o wysoki stopień wysortowania piasków w próbie 26a (najwyższy ze wszystkich badanych prób). Należy z góry podkreślić, iż wysortowanie to dokonać się musiało w innych warunkach niż współczesne. Miejsce, w którym pobrana została próba 26a, znajduje się o kilkadziesiąt metrów niżej (w rozmieszczeniu pionowym) w stosunku do głowy sajru (próba nr 23a). Jest więc wielce prawdopodobne, iż w odróżnieniu od materiału próby 23a piasek w próbie 26a jest utworem brzeżnym wielkiego jeziorzyska (dziś nie istniejącego), którego wody wypełniały obszerną kotlinę kobdoską, jeziorzyska przetrwałego od trzeciorzędu do plejstocenu (Murzajew, 4). Po zaniku jeziora na skutek pogorszenia się warunków klimatycznych nastąpił rozwój procesów stokowych, które w konkretnych warunkach przejawiały się w akumulacji zwietrzliny degradowanego stoku na utworach brzeżnych jeziora. Tak więc różnice między charakterem ziarn w próbie 23a i 26a wykazują, iż mamy do czynienia ze zróżnicowanym materiałem w akumulacyjnym tworze podstokowym, w którym wycięty jest sajr.

LITERATURA

1. Hinds N. E. A.: Geomorphology. The evolution of landscape. New York 1943.
2. Krygowski B.: Graniformametrija. Teoria, zastosowanie. Pozn. Tow. Przyj. Nauk., Wyd. Mat.-Przyr., Prace Komisji Geogr.-Geologicznej, t. II, z. 4, Poznań 1964.
3. Mensching H.: Glacis-Flussfläche-Pediment. Ztschr. f. Geomorphologie. Neue Folge, Band 2, Heft 3, Berlin 1958, ss. 165—186.
4. Murzajew E.: Mongolia. Opis fizyczno-geograficzny. Warszawa 1957.

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе представлены результаты исследований, относящихся к гранулометрически-минералогической характеристике и условиям транспортирования рыхлых образований, покрывающих дно сухого русла — сайра — длиной около 4 км. Эта форма образована в рыхлых образованиях подсклонной равнины — glacis — у подошвы гранитной цепи в Монгольском Алтае, в южной части Котлины Больших Озер (Западная Монголия). Это полупустынная территория, в которой годовая сумма атмосферных осадков, имеющих место главным образом, в месяцах июле — августе, составляет 100—200 мм.

Поверхность glacis, в которую врезан упомянутый сайр, поднимается на около 1450—1700 м над у.м. Русло сайра врезывается на несколько десятков сантиметров в нижнем течении, а в верхнем — на около 2 м глубины. Ширина сайра колеблется в границах от около 1,0—2,5 м. Песчано-каменистое дно обнаруживает, в общем, равномерный склон, составляющий приблизительно от 1—2° в нижнем течении до почти 3° в верхнем. Течение сайра — извилистое (меандр) особенно в верхнем течении.

Из рыхлых образований, покрывающих дно сайра, взято 5 проб, с промежутками расстояния 1 км, при этом первая проба (№ 23) была взята в районе главы сайра, а последняя проба (№ 27) в конце сайра. Кроме упомянутых выше 5 проб, происходящих из дна, взято еще 2 пробы из стен сайра: в верхней части, в непосредственном соседстве от пробы № 23, а в нижней части — в месте взятия пробы № 26. Пробы из стен были обозначены номерами 23а и 26а. Отдаленность между ними составляет 3 км, разницы же в высоте — несколько десятков метров. Взятые пробы подверглись анализу механического состава (табл. 1), механической обработке зерен кварца (табл. 4), а также анализу минерального состава (табл. 2 и 3). Полученные результаты представлены на рисунках 1—4. Они дают возможность установить, что анализируемый материал проявляет

некоторые закономерности в вопросе об уменьшенном участии остроугольных зерен кварца в зависимости от пройденной дороги этих зерен во время транспорта. Особенно это касается фракции 0,5—1,0 мм, в которой участие остроугольных зерен кварца считается в пользу слабоокатанных на некоторую величину, составляющую в среднем 12,5% от 1 км пройденной дороги. В процессе механической обработки зерен кварца не последнюю роль играет явление неравномерной инсоляции, в результате которой наступают незначительные движения, вызванные переменной объема из-за колебаний температуры, которые вызывают перемещение зерен друг к другу и взаимное трение. Под влиянием такого рода процесса наступает смягчение более острых граней и краев, что ускоряет процесс окатывания зерен, а также мутнения их поверхности. Подвергнутые анализу зерна кварца обнаруживают очень слабую степень окатанности при одновременно весьма большой мутности зерен.

Что касается вопроса минерального состава исследованных образований установлено сравнительно низкий процент зерен кварца, составляющих в среднем 64,5% (участие кварца возрастает в отношении обратно пропорциональном к величине зерен). Дополнение до 100% минерального состава составляют в более крупных фракциях обломки скал, а в более мелких фракциях (0,10—0,50 мм) — окиси железа, эпидот, полевые шпаты, амфиболы. Выделенные из фракции 0,1—0,25 мм тяжелые минералы принимают большое участие (до 12,7%) в районе верхового сайра, а одновременно отличаются большой концентрацией магнитной фракции (69,7% от общей массы тяжелых минералов). Из тяжелых минералов многочисленнее всего появляются амфиболы, которых участие возрастает равномерно с падением сайра (от 31% в пробе 23 до 49% в пробе 27). Вторым, тоже многочисленно выступающим минералом, является эпидот (26,0—36,0%) и наконец окиси железа (4,0—26,0%). Участие окислов железа снижается совместно с падением сайра. Остальные минералы выступают в значительно меньших количествах (табл. 3).

Результаты анализа окатанности зерен, входящих в состав гранитного выветривания в пробе № 23 („исходный” материал), сравнено с результатами, которые получил Крыговски (23) в исследованиях гранитного выветривания в Карконошах. Участие остроугольных зерен кварца в сравненных образованиях составляет около 90% в выветривании в Карконошах, а 90,5—96,0% в выветривании исследуемой нами территории Монгольского Алтая. Не менее интересные сходства получено тоже, сравнивая интенсивность процессов механической обработки остроугольных зерен кварца во время короткого водного транспорта. Итак, речной транспорт на протяжении от не-

скольких сот метров до нескольких километров в участке избыточным источниками реки Квисы вызывает, по Крыговскому (2), снижение участия остроугольных зерен (в пользу слабоокатанных) на около 30%, в то время как в условиях транспорта в сайре — на протяжении трех километров — участие остроугольных зерен уменьшается на 37,5%. Эта мнимая аналогия указывает на более интенсивный процесс механической обработки зерен кварца в условиях полупустынного климата.

Полученные результаты анализов позволяют тоже установить, что в ходе процессов развития сайра и транспорта материала на его дне существуют некоторые нарушения, вызванные весьма неравномерной интенсивностью атмосферных осадков, что вызывает иногда стремительное и разовое перемещение рыхлого материала. Показано, также, что материал взятый из стен сайра отличается от материала покрывающего дно. Эти отличия относятся к более точному рассортированию материала из стен (в сравнении с материалом из дна); одновременно же этот материал обнаруживает более высокую степень окатанности зерен кварца в пробе номер 23а, в то время как в пробе 26а степень окатанности является ниже, чем в пробе 26, но сортировка наилучшая. Более высокую степень окатанности зерен в пробе 23а следует выяснить усиленными процессами эоловой деятельности (песчано-пылевые бури и странствующие вихровые движения воздуха, которые аккумулялизовали материал вблизи места, из которого взята проба 23а); высокую степень рассортирования материала в пробе 26а следует связывать с породой берега озера, которое существовало на этой территории с третичного периода по плейстоцен. Озерные породы были позже покрыты выветриванием деградированного стока. Таким образом в дифференцированном рыхлом материале был врезан описанный выше сайр — форма молодая, современная.

Табл. 1. Механический состав рыхлых образований на дне сайра.

Табл. 2. Участие кварца в отдельных фракциях (в количествах процентов).

Табл. 3. Пески фракции 0,10—0,25 мм из дна сайра, а также выделенные из них тяжелые минералы (из проб каждая весом 3,0 г).

Табл. 4. Механическая обработка зерен кварца рыхлых образований на дне сайра.

Рис. 1. Изменчивость фракции кварца в зависимости от наклона сайра.

Рис. 2. Гранулометрические кривые кварца в отдельных пробах.

Рис. 3. Участие острогранных зерен кварца в зависимости от длины транспорта в км (для отдельных фракций зерен).

Рис. 4. Матовые зерна кварца.

Фот. 1. Общий вид района сайра. На первом плане фрагмент дна долины реки Буянту. В глубине подсклоновые равнины — *glacis*, разрезанные сайрами.

Фот. 2. Меандрирующий сайр и его притоки (вид сверху).

Фот. 3. Фрагмент сайра в его верхнем течении. Русло сайра вырезанное в рыхлом основании.

Фот. 4. Сайр в среднем течении. Его дно покрытое песчано-камнистым материалом.

Фот. 5. Большой гранитный блок с горизонтальными углублениями корозионного генезиса.

СЭДЕВ НЬ

Тус ажилд минералогийн (эрдсийн судлалын) гранулометрээр судлаж гаргасан судалгаануудын дунгуудийг илэрхийлснээс гадна мон дорвон км урттай хуурай элсэн сайрын байрлалын ёроолыг хучигч сийрэг уйлдэхууний шилжих зам тээврийн мон чанарыг тодорхойлолоо.

Эдгээр хуурай элсэн сайрын байрлалт нь Монгол Алтайн нуруун дахь уулуудын доод хэсгээр болон, уулын хажуугийн тэгш талаар (glacis) туунчлэн Их Нуурын Хотгорын омот хэсгуудээр тус тус хонхорлон тогтжээ. Ер нь газар нутгийн байдал нь говь цолорхий байх богоод долоо, наймдугаар саруудад жилд 100—200 мм уналттай байна. Уулын хажуугийн тэгш тал дахь элсэн сайр нь далайн товшноос дээш 1450—1700 м оргогджээ. Элсэн сайрын байрлалт нь доод эрэгтээ хэдэн арван см хонхорлосон байхаас гадна дээд эрэгтээ хоёр метр гаруй гунзийрч тогтжээ. Мон энэ элсэн сайрын байрлалтын оргон нь 1—2,3 м хурнэ.

Элсэн чулуут ёроол нь доод эргийн 1—2° градусын тэнцуу уналтыг болон дээд эргийн 3°-н градусын уналтыг тус тус узуулнэ. Ялангуяа элсэн сайр нь дээд эрэгтээ мушгиралдсан байдаг. Бид нэг км газар тус бүрээс, элсэн сайрын ёроолыг хонхорхойлогч сийрэг уйлдэхуунийг шинжлэх зорилгоор 5 туршлагын ажлыг, авахдаа, нутгийн элсэн сайрын эхэн хэсгээс нэгдүгээр туршлагын ажлыг (23), адаг хэсгээс нь суулчийн туршлагын ажлыг (27) тус тус авцагаалаа. Мон энэ 5-н туршлагын ажлаас гадна бас хоёр туршлагын ажлыг элсэн сайрын ханануудаас авахдаа нэгий нь нэгдүгээр туршлагын ажлыг (23) авсан газрын дээд хэсгээс, ногоогий нь 26-р номерын туршлагын ажлыг авсан байрны доод хэсгээс нь тус тус авцагааж, эдгээр хоёр туршлагын ажлаа 23 ийн „а”; 26-ийн „а” гэж дугаарллаа. Уунээс гадна эдгээр хоёр туршлагын ажлын хоорндох зай нь 3 км хурэх богоод ондруудийн ялгавар нь хэдэн арван метрт хурчээ. Бид авсан туршлагын ажлынхаа механикийн бүрэлдэхуунийг шинжлэх зорилгоор (таблиц 1) болон, (таблиц 4) дээр кварцын ширхэгуудийн механикт дугуйрлалтыг, мон (таблиц 2 ба 3) дээр эрдсийн бүрэлдэхуунийг шинжилж судлахаар тус тус ялган гаргалаа.

Туунчлэн авсан дунгуудээ графикаар дүрсэлж узуулалээ. (Зураг 1—4)

Хэрвээ кварцын хурц ирмэгт ширхэгуудийн нэг хэсэг нь шилжилтийн уеийн онгорох замаас хамаарахад, судлаж буй материал нь тодорхой нэгэн тогтоцыг заах богоод энэ заалтыг эдгээр бидний авсан дунгууд нотлох болоцоог огне.

Ялангуяа 0,5—1,0 мм-ийн ангид хамаарах кварцын хурц ирмэгт ширхэгуудийн нэг хэсэг нь нэг км онгорох замд дундчаар 12,5% хувиар, муухан дугуйрагч ширхэгуудийн хэрэгцээнд багасна. Кварцын ширхэгуудийн механикийн дугуйрлалтын явцын уед нарны адил биш шарлалтын үзэгдэл нь их хэмжээний уургийг гүйцэтгэх богоод ууний ур дунд эдгээр ширхэгууд нь ходолгоонд орж эхлэн улмаар тэдний эзлэхуунд оорчилт бий болж тэлэн, бие биетэйгээ хавиралдан байрлана. Уунээс гадна мон кварцын ширхэгуудийн дугуйрлалтын явцын уед хурц ирмэгууд нь мохойрох богоод эдгээр ширхэгуудийн гадаргуу нь улам зурваслаг болон хувирна.

Ингэж ширхэгуудийн гадаргуу нь зурваслаг болон хувирахын хамт мон тэдний хурц ирмэгууд нь бага хэмжээгээр дугуйрч эхлэнэ. Бидний одоогийн судлаж буй эрдсийн бүрэлдэхуун нь кварцын сая гаруй ширхэгуудээс бага хэмжээнд байхаас, гадна кварцын нэг хэсгийн 64,5% — хувьд хурц, эдгээрийн хэмжигдэхуунд урвуу пропорционалаар уржинэ. Эрдсийн бүрэлдэхуунуудийг нарийн будуунээр нь ангилах богоод нарийн эрдэсэнд 0,1—0,5 мм-ийн хэмжээний эрдсийг хамааруулахаас гадна энэ эрдсийн хамт мон хаднын уурмэгууд холилцсон байна. Бусад эрдсийн зүйл болох томрийн ислууд, хаднууд, эпидот, амфиболь зэргүүд нь, будуун ширхэгийн эрдсуудтэй бас холилцсон байна Бид 0,1—0,25 мм хэмжээний хунд жингийн эрдсуудийг ялгахад, эдгээр нь эх авсан газрын 12,7% хувийг эзлэснээс гадна энэ хунд жингийн эрдсуудийн 69,7% хувийг бас соронзон эрдсууд оролцон эзлэв. Хунд жингийн эрдсуудийн дотроос амфиболь эрдэс нь нилээд элбэг байхаас гадна тэдгээрийн нэг хэсэг нь 23-р туршлагын ажлаас 27-р туршлагын ажил хуртэл 31—49% хувиар элсэн сайрын уналттай адил хэмжээгээр осно. Туунчлэн амфиболь эрдсийн дараа эпидот эрдэс нь 26—36% хувиар 73%-эн оршино. Эдгээр хоёр эрдсээс гадна мон томрийн ислууд нь 4—26% хувиар оршихдоо эдгээрийн нэг хэсэг нь элсэн сайрын уналтын осолттэй адилаар багасна. Бусад улдсэн эрдсууд нь бага хэмжээнд байх болно. (Таблиц 3).

Бид 23-р туршлагын ажил дахь, боржин чулууны бүрэлдэхуунд хамаарагч ширхэгуудийн, дугуйрлалтын анализын дунгуудийг Карконош уулд судлаж гаргасан Крыговскийн боржны судалгааны дунгуудтэй харьцууллаа.

Кварцын хурц ириэгт ширхэгуудийн хэсэг нь Карконом уул дахь боржингийн доторхи бүтээгдэхүүний 90% хувьд хурэхээс гадна бидний сонирхож судласан газар нутгийн 90,5—96% хувийг тус тус эзлэж оршино.

Бусад зүйлийн хольцтой кварцын хурц ирмэгт ширхэгуудийн богино зам шилжилтийн үе дэхь механикийн дугуйрлалтын явцын хучдэлийг харьцуулах маягаар их биш хэмжээний сонирхолт бүхий адилтгалыг бас гаргалаа. Ингэж бусад зуилсиин хольцтой зам тэвэрэлт нь Квисын голын эх авсан газрын хэдэн сая метрээс хэдэн км хуртлэх зайнд 30% хувь орчмын хурц ирмэгт ширхэгуудийн нэг хэсэг булгийн багасалтыг уусгэх богоод хэрвээ элсэн сайрын дотор зам шилжилтийн нохцлууд бий болвол 3 км газрын хэсэгт хурц ирмэгт ширхэгуудийн нэг хэсэг булэг нь 37,5% хувиар багасана. Энэ адилтгал нь говь цолийн цаг агаарын нохцлууд дэхь кварцын ширхэгуудийн механикийн дугуйрлалтын явцын хучдэлийг заана. Бидний гаргасан анализын дунгууд нь элсэн сайрын хогжлийн болон материалын зам шилжилтийн уед адил бус хэмжээний уналтын хучдэлээр бий болсон элсэн сайрын ёроол дэхь эмх замбараагүй бусад зүйлсийг илэрхийлэх бололцоог огсноос гадна мон эдгээр эмх замбараагүй зүйлс нь сийрэгжилт материалын хэврэг багаталыг уусгэнэ. Уунээс гадна бидний элсэн сайрын ханануудаас авсан материал нь элсэн сайрын байрлалтын ёроол дэхь материалаас ялгаатай байна. Эдгээр ялгаань ханануудаас авсан материалын тодорхой сортыг узуулэхээс гадна 23-р туршлагын ажлын „а”-гийн доторх кварцын хурц ирмэгт ширхэгуудийн дээд зэргийн дугуйрлалтыг харуулах богоод хэрвээ 26-р туршлагын ажлын „а”-гийн дугуйрлалт нь 26-р туршлагын ажлын дугуйрлалтаас бага хэмжээнд байвал тэр уед 26-р туршлагын ажлын „а”-гийн сорт нь дээд зэрэгт тооцогдоно 23-р туршлагын ажлын „а”-гийн доторх ширхэгуудийн дугуйрлалтын дээд хэмжээг ширүүн урсгалын явцуудаар тайлбарлахаас гадна мон элсэн шуурга, хуйнууд нь материалыг ойролцоо нэгэн газарт боогноруулэх ба бид энэ боогнорогжсон газраас 23-р туршлагын ажлын „а”-гийн доторх материалын дээд зэргийн сортыг нуурын эргийн уйлдэхуунтэй хамт авчээ.

Хожим нуурын уйлдэхуунууд нь хуучирагдсан бэлийн хольцит боржингийн нуралтын уурмэгуудээр хучигдан улджээ.

Ингэж янз бүрийн торлийн сиирэгжилт материалын доторх хучигдмал залуу хэлбэр дурсийн элсэн сайрууд тогтсон байна.

ГЭРЭЛ ЗУРГУУД, ТАБЛИЦУУД БОЛОН БУСАД ЗУРГУУД ДАХЬ ТАЙЛБРУУД

Таблиц 1. Элсэн сайрын сийгэр уйлдэхууний одор дутмын механики йн бүрэлдэхуун. (Туршлагын ажлын дугаар. Ширхэгийн анги тус бүрийн жингийн

хэсгий мм-ээр. Туршлагын ажлын шинж граммаар Дундач: (23а; 26а — гасс бусад туршлагын ажлуудад.)

Таблиц 2. Кварцын анги тус бурууд дэхь толоологчийг хувиарын тоогоор илэрхийлсэн нь. (Туршлагын ажлуудын дугаарууд. Ширхэгүүдийн ангиудыг мм-ээр. Дундач).

Таблиц 3. Одор дутам дахь элсэн 0,1—0,25 мм-ийн хэмжээнд хамаарагч элсууд ба эдгээрүйдээс авсан хунд жингийн эрдсууд (Эзлэхуунт туршлагын ажилаас тус бур Зд элсийч). (Туршлагын ажлуудын дугаарууд. Хунд жингийн эрдсуудийн жигнэлтийн хувиуд. Соронзон айгийн з граммын туршлагын ажил хуртлэх харьцаан доторхи жигнэлтийн хувиуд. Туршлагын ажлаас ялгаж авсан хунд жингийн эрдсууд дэхь жигнэлтийн хувиуд. Элсний бух туршлагын ажил дахь 0,1—0,25 мм-ийн ангийн жигнэлтийн хувиуд. Ордсийн бүрэлдэхуун (% хувиарын тоогоор) цыркон, япидот, анатыт, гранаты томрийн ислууд тытанит пироксены амфибоям, бёгыг. Судласан ширхэгүүдийн тоо. Дундач (+). (+) 0,1—25 мм-ийн бух ангийн харьцаанд. (++) Нр. 23а ба 26а—г оролцолгүйгээр.).

Таблиц 4. Элсэн сайрын (кварцын) ширхэгүүдийн сийрэг үйлдэхууний одор дэхь механикийн дугуйрлалт. (Туршлагын ажлуудын дугаар. Ширхэгүүдийн хэмжээг мм-ээр. Дугуйрлалт (% хувиарын тоогоор). Судлаж буй ширхэгүүдийн тоо).

Тайлабарууд: I — Бурэн бүтэн дугуйрсан ширхэгүүд, II — дугуйрлалт, III — Дунд зэргийн дугуйрлалт, IV — Муухан дугуйрлалт, V — Хурц ирмэчт; 1 — Гялтгар бус ширхэгүүд, 2 — хагас гялтгар ширхэгүүд, 3 — бурэн гултгар ширхэгүүд.

Зураг 1. Элсэн сайрын уналтаас хамаарах кварцын ширхжилтийн оорчлолт. (Ангиуд мм-ээр. Туршлагын ажлын дугаар. Зайнууд км-ээр.).

Зураг 2. Туршлагын ажлууд дахь кварцын муруй ширхжилтийн ангиудыг мм-ээр.

Зураг 3. Нэг км онгорох замаас хамаарах кварцын хурц ирмэгт ширхэгүүдийн толоологч. (Ширхэгүүдийн тус бурийн ангиудад). (Ширхэгүүдийн ангиуд. Туршлагын ажлуудын дугаар. Зайг км-ээр.).

Зураг 4. Кварцын ширхэгүүдийн гялтгарууд. (Ширхэгүүдийн ангилтыг мм-ээр. Анги тус бурууд дэхь кварцын толоологч. Туршлагын ажлуудын дугаар.).

Гэгэл зураг 1 Элсэн сайрын байрлалтын газар нутгийн еронхий байдал. Нэгдү-гээр хэсэгт Буянт голын хондийн ёроолыг баримталсан нь: Мон туунчлэн тэгш доод тал дахь элсэн сайрын хучмалыг.

Гэрэл зураг 2. Уурмэг элсэн сайрууд болон эдгээрийн урсгал (Дээрээс н. харахад).

Гэрэл зураг 3. Элсэн сайрын баримт болон тууний дээд эрэгт нь. Элсэн сайрын байрлалт болон туунийг хучигч сийрэг хадлаг эрдсууд.

Гэрэл зураг 4. Дунд эргийн элсэн сайр. Энэ эргийн ёроолыг хучигч чулуулаг элсэн эрдсууд.

Гэрэл зураг 5. Барзгар боржин чулууны том блокийн дурс.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Abhandlung wurden Untersuchungsergebnisse zur granulometrisch-mineralogischen Charakteristik, sowie der Transportverhältnisse loser Bildungen, welche das trockene Flussbett des Sajr — etwa 4 km lang — ausfüllen dargestellt. Diese Form ist in die losen Gebilde der Glacis eingeschnitten und liegt am Fusse des Granitbergzuges im Mongolischen Altai, im Bereich des Beckens der Grossen Seen (Westmongolei). Es ist ein halbwüstliches Gebiet, wo die Summe der Jahresniederschläge, die hauptsächlich auf die Monate Juli—August zurückfallen, 100—200 mm beträgt.

Die Oberfläche der Glacis, wo der eben besprochene Sajr eingeschnitten ist, liegt ungefähr 1450—1700 m über dem Meeresspiegel. Das Bett des Sajr ist im unteren Lauf einige Dezimeter tief jedoch in seinem oberen Lauf bis zu 2 m eingeschnitten. Die Breite des Sajr schwankt zwischen 1 bis 2,5 m. Der sandig-steinige Boden hat einen fast gleichmässigen Fall der ungefähr 1—2° im unteren und etwa 3° im oberen Lauf beträgt. Der Sajr mäandert hauptsächlich im oberen Lauf.

Von den losen Gebilden, die den Boden des Sajr ausbetten, entnahm man 5 Proben in Abständen je 1 km, wobei die erste (Nr 23) im Quellengebiet und die letzte (Nr 27) beim Auslauf des Sajr entnommen wurde. Ausser den 5 erwähnten Proben, die aus dem Boden des Bettes stammten, entnahm man noch 2 Proben aus den Seitenwänden des Sajr: im oberen Lauf, in unmittelbarer Nähe der Probe Nr 23 und im unteren Lauf der Stelle wo die Probe Nr 26 entnommen wurde. Die aus den Wänden stammenden Proben wurden mit den Nummern 23a und 26a versehen. Der Abstand zwischen ihnen beträgt 3 km, der Höhenunterschied einige zehnte Meter. Die entnommenen Proben wurden in Hinsicht auf ihre mechanische Zusammensetzung (Tab. 1), die mechanische Bearbeitung der Quarzkörner (Tab. 4) sowie auf ihren mineralogischen Inhalt hin (Tab. 2 u. 3) analysiert. Die daraus entstammenden Ergebnisse illustrieren, uns die graphischen Darstellungen (Nr 1—4). Sie erlauben festzustellen, dass das analysierte Material gewisse Regeln aufweist und zwar wird der Anteil der scharfkantigen Quarzkörner, in Abhängigkeit von der Weite der Strecke die diese transportiert wurden, immer geringer. Dies betrifft besonders die Fraktion 0,5—1,0 mm in der die scharfkantigen Quarzkörner zugunsten der schwach abgerundeten um einen gewissen Wert, der mittels 12,5% auf 1 km des abgelegten Weges minder wird. Für den Ablauf der mechanischen Abrundung der Quarzkörner hat die Insolation einen sehr grossen Einfluss, da sie gewisse — kleine — Bewegungen veranlasst. Bewegungen, die durch den sich zwar minimal, aber doch vergrössernden Umfang des Materials bei hohen Temperaturschwankungen

stattfinden. Das Resultat dieser Bewegungen ist eine stete Verschiebung und gegenseitige Reibung der Körner aneinander. Dieser Prozess bedingt die Milderung der scharfen Formen, was wiederum den Prozess der Kornabrundung sowie der Mattierung der Kornoberfläche beschleunigt. Die betrachteten Quarzkörner weisen einen sehr schwachen Abrundungsgrad bei gleichzeitig sehr grosser Mattierung auf. In der mineralogischen Zusammensetzung des untersuchten Materials stellte man einen verhältnismässig niedrigen Prozentsatz von Quarzkörnern fest, deren Mittelwert 64,5% beträgt (die Menge der Quarzkörner wächst im indirekt proportionalen Verhältnis zur Korngrösse). Die übrige bis 100% fehlende Mineralienzusammensetzung besteht in den gröberen Fraktionen aus Felstrümmern, in den feineren Fraktionen (0,10—0,50 mm) — aus Eisenoxyden, Epidoten, Feldspaten und Amphibolen. Die aus der Fraktion 0,10—0,25 mm ausgeschiedenen schweren Minerale konzentrieren sich stark (bis 12,7%) im Quellengebiet, wo man auch eine starke Konzentration der magnetischen Fraktion (69,7% der allgemeinen Masse der schweren Mineralien) beobachtet. Am reichlichsten repräsentieren diese Gruppe (schwere Mineralien) Amphibolen, ihre Anzahl nimmt gleichmässig mit dem Gefälle des Sajr zu (von 31% in der Probe 23 bis 49% in der Probe 27). Das Epidot ist das zweite, gleichfalls reichlich auftretende Mineral (26,0—36,0%) und endlich die Eisenoxyde (4,0—26,0%). Die Eisenoxyde vermindern ihr Auftreten mit dem Gefälle des Sajr. Die übrigen Mineralien treten viel seltener auf (Tab. 3).

Die erhaltenen Ergebnisse der Kornbearbeitung, welche in den Granitverwitterungen in Probe Nr 23 mit eingenommen wurden (Ausgangsmaterial), verglich man mit Ergebnissen, die Krygowski (2) in seinen Forschungen über Granitverwitterungen im Riesengebirge (Karkonosze) erhielt. Der Anteil der scharfkantigen Quarzkörner beträgt in den besprochenen Gebilden wie folgt: ungefähr 90% in dem Verwitterungsgebilde aus dem Riesengebirge und 90,5—96,0% im Gebilde des Mongolischen Altai. Nicht minder interessant scheint die Analogie zwischen der Intensität des mechanischen Abrundungsprozesses der scharfkantigen Quarzkörner während des kurzen Wassertransportes zu sein. Und so bedingt der Wassertransport im Abschnitt von ein paar hundert Metern bis zu einigen Kilometern im Quellenabschnitt der Kwisa, nach Krygowski (2), eine Verminderung der scharfkantigen Körner (zugunsten der schwach abgerundeten) um ungefähr 30%, während bei den Transportbedingungen im Sajr — im 3-Kilometerabschnitt — der Anteil der scharfkantigen Körner sich um 37,5% vermindert. Diese scheinbare Analogie weist auf eine stärkere Intensität des mechanischen Bearbeitungsprozesses der Quarzkörner in halbwüstlichen Bedingungen hin.

Die erhaltenen Analysenergebnisse erlauben gleichfalls festzustellen, dass im Verlauf des Entwicklungsprozesses des Sajr, sowie des Materialtransportes in seinem Bett einige Störungen auftraten, die wohl durch die sehr unregelmässigen Niederschlagsanhäufungen hervorgerufen wurden, wo manchmal sehr heftige und einmalig auftretende lose Materialverlagerungen vorkommen. Man erwies auch, dass das entnommene Material von den Seitenwänden des Sajr sich von dem Bodenmaterial sehr stark unterscheidet. Die Unterschiede betreffen die genauere Sortierung des Wandmaterials (im Vergleich zu dem Bodenmaterial). Dieses Material weist einen höheren Abrundungsgrad der Quarzkörner in der Probe 23a auf, während der Abrundungsgrad in Probe Nr 26a niedriger ist als in der Probe nr 26, dafür ist dort die Sortierung die beste. Einen höheren Abrundungsgrad der Körner in Probe Nr 23a deuten wir durch die intensiveren Äolisationsprozesse (Staubsandgewitter und wandernde Luftwirbel — die das Material in der Nähe der Probeentnahmestelle akkumulierten — Probe Nr 23a). Den hohen Sortierungsgrad des Materials in Probe Nr 26a darf man mit dem Seeufergebilde binden, der dort vom Tertiär bis zum Pleistozän bestand. Die Seebildungen wurden später durch Verwitterungsgesteine des degradierten Hanges bedeckt. In diesem so verschiedenen Material wurde der eben besprochene Sajr eingeschnitten — er ist also eine junge holozäne Form.

