

PROFIL GLIN MORENOWYCH W WÓLCIE PIETKOWSKIEJ (NIZINA PODLASKA) W ŚWIETLE ANALIZ LITOLOGICZNYCH I MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ

UKD 551.332.212(084.28):551.793:550.85 + 537.533.6(438 – 35)

Profil w Wólce Pietkowskiej znajduje się w części środkowej Niziny Podlaskiej, zwanej w tym rejonie Równina Bielską. Pod względem geomorfologicznym obszar ten stanowi wysoczyznę morenową zbudowaną z osadów należących do zlodowacenia środkowopolskiego. W profilu występują cztery poziomy glin morenowych (ryc. 1). Dwa dolne należą do zlodowacenia południowopolskiego (P_1 i P_3), natomiast górne – do zlodowacenia środkowopolskiego – stadiału maksymalnego (\dot{S}_1) i północnomazowieckiego (Wkry) (\dot{S}_3) (2). Gliny są rozdzielone osadami jeziornymi, miąższości 1,80 m, należącymi do interglacjału mazowieckiego (2).

Profil ten, jako jeden z niewielu na obszarze międzyrzecza dolnego Bugu i Narwi ze stosunkowo pełnym wykształceniem litologicznym poziomów glin morenowych, zasługiwał na wszechstronne opracowanie. W ten sposób łącznie z wynikami analiz palynologicznych może on stanowić reper dla tego obszaru. Badania geologiczne osadów plejstoceńskich na obszarze międzyrzecza dolnego Bugu i Narwi są prowadzone od wielu lat przez różnych autorów (2, 3, 9, 12), a wyniki badań litologicznych z tego regionu zawarte są w wielu pracach (m.in. 4, 13, 14).

WŁAŚCIWOŚCI LITOLOGICZNE POZIOMÓW GLIN MORENOWYCH

W spągu profilu na osadach górnej kredy (mastrycht dolny, kampan) występują piaski oligocenu o miąższości 6,5 m (E. Gawor-Biedowa, *vide* 2). Są to piaski głównie drobnoziarniste, ze znaczną zawartością mułku, o wysortowaniu polepszającym się w kierunku stropu warstwy. W składzie mineralnym frakcji lekkiej dominuje kwarc, przy współudziale agregatów wapnistych w ilości ok. 13%. Obtoczenie ziarn kwarcu jest złe, R wynosi 0,87–0,96, przy przewadze ziarn obtoczonych nad kanciastymi. Wśród minerałów ciężkich dominuje epidot. Na drugim miejscu plasują się cyrkon i granat, amfibole występują w bardzo nieznacznej ilości (4).

Najniższy poziom gliny morenowej z głęb. 172,7–175,7 m (P_1) jest mułkowo-piaszczysty. Osad ten jest bardzo słabo wysortowany. Rozpatrując częstotliwość występowania wartości parametrów uziarnienia zauważa się spłaszczenia krzywych (ryc. 1). Jedynie wykres częstotliwości mediany jest wyjątkowo stromy. Wyraźna jest też bimodalność wykresu dyspersji – wysortowania osadu. W składzie petrograficznym zaznacza się przewaga wapieni skandynawskich nad skałami krystalicznymi (tab. I). Wśród skał lokalnych w znaczących ilościach występują mułowce górnokredowe oraz wapienie mezozoiczne. Współczynniki petrograficzne wynoszą O/K 1,42, K/W 0,80 i A/B^* 1,19.

Wśród minerałów ciężkich przeważają granaty i amfibole, jest ich jednak znacznie mniej niż w poziomach wyżej leżących. Zwłaszcza próbka w spągu poziomu wykazuje podobieństwo do osadów trzeciorzędowego podłoża. Analiza chemiczna wykazała przy dominującej frekwencji krzemionki udział tlenu glinu w ilości 6,16%, co stanowi najmniejszą wartość w całym profilu.

Poziom P_3 (75,4–121,5 m) buduje glina morenowa mułkowo-ilasta z zawartością frakcji piaszczystych. Wysortowanie materiału klastycznego zawartego w niej jest bardzo słabe. Krzywa rozsiewu ziarn jest najczęściej platykurtyczna (łagodnie nachylona), ale zdarza się też z ostro zaznaczoną kulminacją. Rozkład częstotliwości występowania parametrów uziarnienia wskazuje na krzywe raczej spłaszczone – a więc istnieje dość znaczny rozrzut wartości, świadczący o niejednorodnym źródle materiału klastycznego.

Krzywe częstotliwości występowania parametrów uziarn-

* Skały skandynawskie

O – skały osadowe: wapienie, dolomity, piaskowce + łupki

K – skały krystaliczne i kwarc

W – wapienie i dolomity

A – suma skał nieodpornych na wietrzenie

B – suma skał odpornych na wietrzenie

nienia, a zwłaszcza M_z , wyraźnie różnicują poziomy glin morenowych w tym profilu na poziomy mające odmienne źródła materiału alimentacyjnego. Skład petrograficzny wykazuje przewagę wapieni paleozoicznych (39,8%) nad okruchami skał krystalicznych (31,9%). Ilościowo większe znaczenie mają tu mułowce danopaleocenu (8,8%). Stosunkowo duża wartość odchylenia standardowego dla wapieni paleozoicznych świadczy o znacznej dyspersji tego materiału w masie gliny. Współczynniki petrograficzne przybierają wartość O/K 1,48, K/W 0,83 i A/B 1,30.

Skład mineralny frakcji lekkiej – zbadany porównawczo w górnej części poziomu – wykazuje oprócz ziarn kwarcu, okruchów skałeni i skał krystalicznych wyraźny udział grupy skał lokalnych, a wśród nich agregatów i wapieni największy w całym profilu. Skały te pochodzą prawdopodobnie z osadów podłoża. Gлина poziomu P_3 ma charakter mineralny granatowo-amfibolowy z udziałem epidotu. Znaczny też jest w niej udział chlorytu – 16,3% –

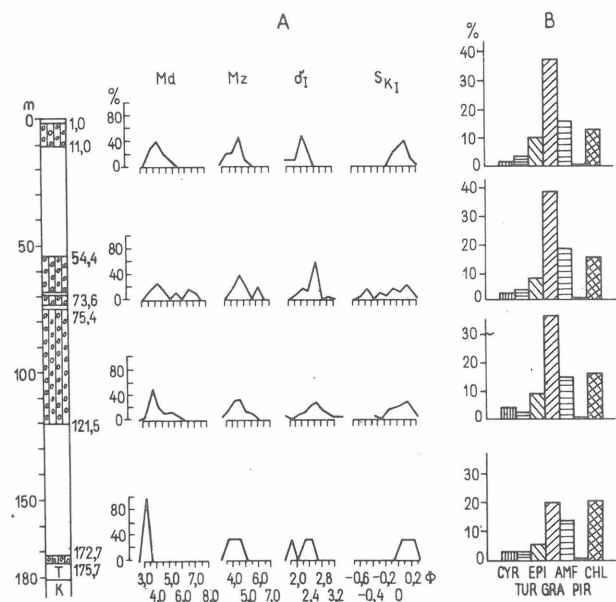
największy w całym profilu. Obtoczenie ziarn kwarcu jest złe, R wynosi 1,01–1,17 i jest dość jednolite w całym poziomie, przy zachowaniu przewagi ziarn kanciastych nad obtoczonymi. W składzie chemicznym frakcji ilastej główny udział ma krzemionka. Tendencję zwiększania koncentracji w kierunku młodszych poziomów w profilu wykazuje głównie Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O .

Poziom S_1 (54,4–73,6 m) jest mułkowo-ilasty. Ogólnie biorąc jest on bardziej drobnofrakcyjny niż poprzednie, na co wskazuje większa wartość parametru M_z . Wykres częstotliwości występowania parametrów uziarnienia, a zwłaszcza M_z , jest wyraźnie odmienny (dwumodalny) w tym poziomie, w przeciwieństwie do pozostałych glin (jednomodalny). Pod względem uziarnienia glina tego poziomu wykazuje niejednorodność materiału zasilającego łądólód w poszczególne frakcje. Wysortowanie osadu klastycznego jest bardzo słabe, krzywa uziarnienia wyraźnie spłaszczona.

W składzie petrograficznym zaznacza się wyraźna przewaga wapieni skandynawskich nad skałami krystalicznymi. Wśród skał północnych znaczna jest też frekwencja dolomitów. Skały lokalne są reprezentowane w pełnym asortymencie. Skały krystaliczne w tym poziomie cechują się stosunkowo dużą dyspersją, natomiast rozrzut wartości dla wapieni paleozoicznych jest znacznie mniejszy. Wartości współczynników petrograficznych wynoszą O/K 2,03, K/W 0,63 i A/B 1,74.

Skład mineralny frakcji lekkiej tej gliny wykazuje mniejszą niż w poziomach niżej leżących zawartość skał pochodzenia lokalnego, przy odpowiednio większej frekwencji kwarcu. Frakcja ciężka charakteryzuje się wyraźną dominacją granatu, ze znaczącym udziałem amfibolu, epidotu. Także i ten poziom gliny wykazuje udział chlorytów. Obtoczenie ziarn kwarcu wykazuje pewną zmienność od $R = 0,58$ do 1,25, jednak w większości próbek osiągając wartość powyżej 1. Te mniejsze wartości, poniżej 1 można wytłumaczyć istnieniem przewarstwień w masie gliny o charakterze wód płynących – fluwioglacjalnych. W składzie chemicznym tego poziomu obserwuje się nieco mniejszą ilość, w stosunku do poziomów starszych, krzemionki, a większą ilość tlenu glinu, żelaza trójwartościowego i tlenu potasu.

Poziom najmłodszy w profilu S_3 (1,0–11,0 m) pod względem granulometrycznym jest także mułkowo-ilasty z udziałem frakcji piaszczystych, lecz średni rozmiar ziarna M_z wskazuje na wartości frakcji nieco mniejsze niż w poziomach poprzednich. Wysortowanie materiału okru-



Ryc. 1. A – częstotliwość występowania wartości parametrów uziarnienia, B – średnie zawartości mineralów ciężkich.

Fig. 1. A – frequency of values of granulation parameters, B – mean contents of heavy minerals.

SKŁAD PETROGRAFICZNY ŻWIRÓW Z GLIN MORENOWYCH

frakcja 5–10 mm

\bar{x} – wartość średnia,

σ – odchylenie standardowe

Głębokość w m	Liczba próbek		Skały skandynawskie					Skały lokalne					Współczynniki petrograficzne			Poziom stratygraficzny
			krystaliczne	wapienie	dolomity	piaskowce	kwarc	wapienie	piaskowce	kwarc	mułowce	fosforyty	O/K	K/W	A/B	
1,0–11,0	9	\bar{x} σ	32,3 3,7	51,5 2,6	4,6 2,2	3,8 1,2	1,1 0,7	3,5 2,9	2,3 1,2	0,06 0,12	0,2 0,27	0,1 0,1	1,82 0,2	0,65 0,1	1,52 0,2	S_3
54,4–73,6	16	\bar{x} σ	29,9 4,6	47,2 4,2	10,3 2,9	3,2 1,2	0,9 0,7	3,9 3,0	3,3 1,2	0,1 0,1	0,3 0,7	0,2 0,1	2,03 0,4	0,67 0,1	1,74 0,4	S_1
75,4–121,5	43	\bar{x} σ	31,9 4,1	39,8 7,7	4,0 2,7	3,0 1,4	1,3 1,0	5,4 2,2	2,8 1,5	0,1 0,1	8,8 4,4	–	1,48 0,3	0,83 0,2	1,30 0,3	P_3
172,7–175,7	3	\bar{x} σ	29,2 0,5	37,9 3,1	1,6 0,8	3,1 1,0	0,6 0,2	3,5 1,4	3,1 1,0	1,0 1,0	4,1 2,4	11,3 5,6	1,42 0,2	0,80 0,1	1,19 0,1	P_1

Tabela I

chowego tej gliny jest zle, a krzywa rozkładu uziarnienia jest częściej spłaszczona niż stroma. Częstotliwość występowania parametrów uziarnienia wyrażona przeważnie krzywymi jednodobalnymi, pozwala sądzić o jednolitym, konsekwentnym źródle materiału klastycznego, zasilającego glinę morenową najmłodszego poziomu.

Skład petrograficzny żwirów tego poziomu jest ogólnie podobny do składu petrograficznego poziomu niższego. Przewaga wapieni skandynawskich nad skałami krystalicznymi jest podobnej wielkości. Nieco mniejsza jedynie jest frekwencja dolomitów. Udział skał lokalnych jest także podobny. Wapienie skandynawskie odznaczają się małą dyspersją wyników – są dość jednolicie rozłożone w poziomie gliny morenowej. Gлина ta charakteryzuje się współczynnikami petrograficznymi: O/K 1,82, K/W 0,65 i A/B 1,52.

W składzie mineralnym frakcji lekkiej zaznacza się oprócz przewagi kwarcu i okruców skał krystalicznych (łącznie ze skaleniami) zmienna zawartość wapieni skandynawskich. Wśród skał lokalnych występowanie agregatów żelazistych może sugerować strefę zwietrzenia (wpływ procesów utleniających). Skład minerałów ciężkich gliny poziomu S_3 jest podobny do składu mineralnego poziomu S_1 .

Gлина poziomu S_3 zawiera przeważającą ilość ziarn kwarcu częściowo obtoczonego, przy podobnej ilości ziarn kanciastych i obtoczonych. Współczynniki obtoczenia R oscylują około 1. Udział krzemionki w najmłodszym poziomie nieco wzrasta i odznacza się małą dyspersją wyników, jest też obecny MgO.

Badania fizjograficzne ziarn kwarcu wykazują niemal we wszystkich poziomach glin morenowych udział ziarn spękanych, przezroczystych z wrostkami i półprzezroczystych. Zawartość węgla wapnia w poziomach glin morenowych jest podobnej wielkości i wynosi około 15%, jedynie poziom najstarszy charakteryzuje się najmniejszą wapniowością – 8,5%. Wartość pH wszystkich poziomów wskazuje na odczyn alkaliczny i wynosi 8,3–8,5.

ANALIZA POWIERZCHNI ZIARN KWARCU W SEM

Wybrane próbki ziarn kwarcu z poszczególnych poziomów glin morenowych oraz z bezpośredniego podłoża trzeciorzędowego poddano analizie w skaningowym mikroskopie elektronowym. Badania wykonano w Instytucie Geologicznym, na aparatach produkcji japońskiej JEOL-JSM-P15 i JSM-35, stosując frakcję ziarn 1,0–0,5 mm.

Ostatnio coraz liczniej pojawiają się opracowania powierzchni ziarn kwarcu z różnych środowisk, w tym i glacialnego (10, 15, 16). Rzadko jednak brana jest pod uwagę potrzeba ilościowego, statystycznego opracowania wy-

ników analiz (1, 8). Najczęściej też nie uwzględnia się w tych pracach zależności między typem ziarna a ilością i jakością obserwowanych na nim struktur powierzchni. Dlatego też w niniejszych badaniach zastosowano specjalną metodę.

Z każdej próbki wykonano dwa preparaty z ziarn wybranych pod lupą binokularną: a) ziarna obtoczone lub częściowo obtoczone – najczęściej błyszczące oraz b) ziarna kanciaste – najczęściej matowe. W jednym preparacie przeglądano w mikroskopie przeciętnie 8–10 ziarn w kolejnych powiększeniach, przy czym notowano obserwacje i wykonywano fotografie. Rejestrowane były mikrostruktury powierzchni często się powtarzające, jak i rzadko występujące. Każde ziarno oglądano w powiększeniu od ok. 100 × i stopniowo wzrastającym do ok. 8000 ×.

Przy stosowaniu ww. typów aparatów, o niezbyt dużej zdolności rozdzielczej nie było celowe używanie większych powiększeń. Przygotowanie preparatów polegało na oczyszczeniu ziarn kwarcu z zanieczyszczeń wapnisto-ilastych, a następnie równomiernym napyłaniu złotem. Z próbek pochodzących z podłoża trzeciorzędowego analizowano tylko ziarna obtoczone (część a) ze względu na przeważający udział ziarn obtoczonych i częściowo obtoczonych w badanej frakcji.

Próbka z głębokości 179,0–180 m (oligocen)

W próbce dominują ziarna błyszczące – obtoczone i częściowo obtoczone (ryc. lewa na 4 str. okładki). W powiększeniach ujawniają się drobne odpryski, niektóre v-kształtne. Występują także na ścianach słupowych typowe wytrawienia chemiczne, trójkątne, ukierunkowane zgodnie z kierunkiem krystalograficznym ziarna kwarcu (ryc. 2). Mają one zawsze na danej powierzchni krystalicznej ziarna ten sam kierunek i stopień otwarcia, niezależnie od wielkości ziarna (11). Są też ziarna pokryte naskorupieniami wytrąconej krzemionki, spod której widoczne są kryształy wzrostu kwarcu wysokości 8 μm (ryc. prawa na 4 str. okładki). Wzrost kryształów kwarcu następuje zazwyczaj wzdłuż płaszczyzny równoległej do romboedrycznej płaszczyzny sieciowej kryształu. Zakończenia słupów są zaokrąglone, prawdopodobnie wzrost następował zbyt szybko lub roztwór krzemionki nie był odpowiednio nasycony.

Próbka z głębokości 177,0–177,5 m (oligocen)

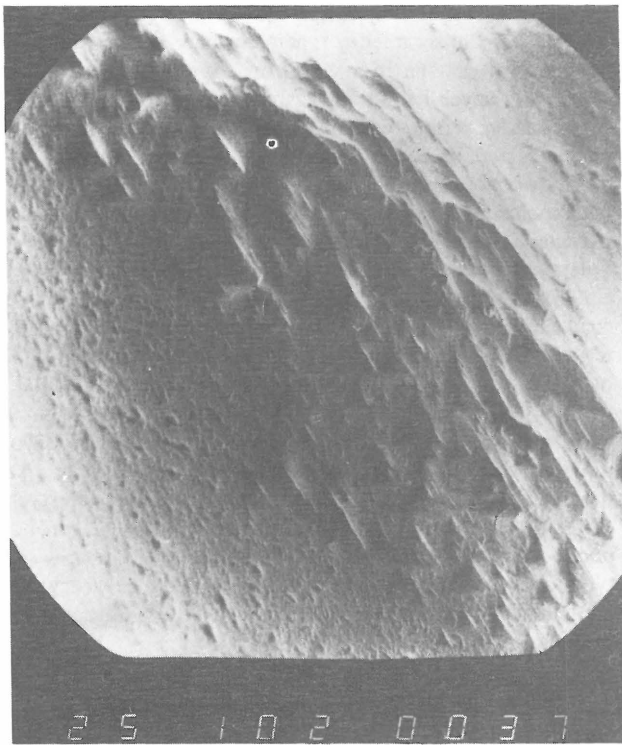
Ziarna są na ogół obtoczone, błyszczące, często są też przełamane. W powiększeniu ok. 1000 × uwidaczniają się na wklęsłej powierzchni o złagodzonych krawędziach liczne drobne dziurki. Prawdopodobnie jest to „ospa eoliczna” (ryc. 3). Ziarna nieco bardziej matowe i kanciaste wykazują drobne odklucia, a także cieniłą warstwę drobno-graniastych wytrąceń krzemionki.

SKRÓCONY SKŁAD CHEMICZNY ORAZ ZAWARTOŚĆ WĘGLANU WAPNIA

Tabela II

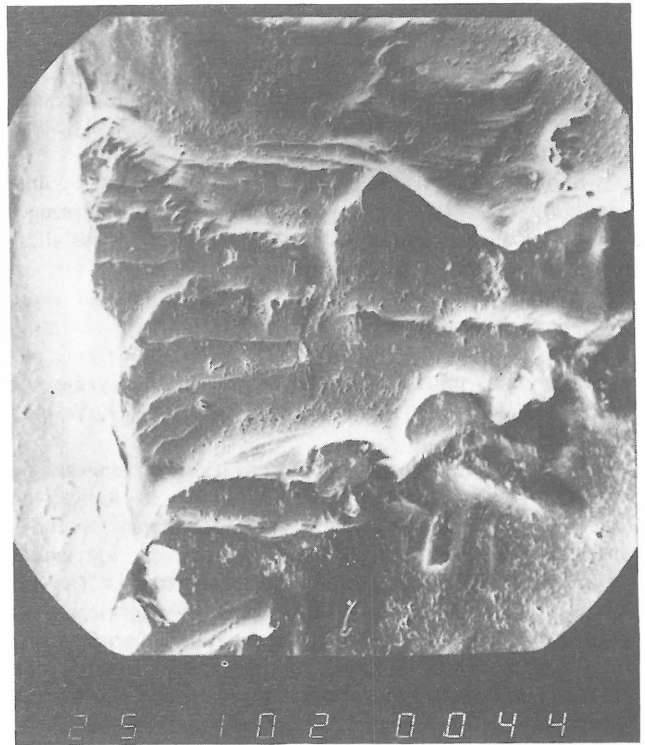
\bar{x} – wartość średnia
 σ – odchylenie standardowe

Głębokość w m	Liczba próbek		SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	MnO %	MgO %	CaCO ₃ %	Poziom stratygraficzny
1,0–11,0	5	\bar{x} σ	76,13 2,8	7,36 0,9	2,10 0,6	0,43 0,1	2,29 0,7	0,58 0,02	0,05 0,01	1,41 0,6	16,7 2,2	S ₃
54,4–73,6	8	\bar{x} σ	73,91 4,9	7,76 1,0	2,06 0,4	0,67 0,15	2,39 0,3	0,55 0,05	0,05 0,01	2,29 0,71	14,5 2,9	S ₁
75,4–121,5	23	\bar{x} σ	79,62 2,9	6,47 1,06	1,79 0,3	0,50 0,1	2,03 0,3	0,44 0,13	0,04 0,01	1,52 0,4	15,1 2,6	P ₃
172,7–175,7	3	\bar{x} σ	83,82 1,0	6,16 1,3	1,76 0,2	0,39 0,05	1,59 0,07	0,44 0,07	0,02 0,01	0,95 0,2	8,6 1,4	P ₁



Ryc. 2. Głębokość 179,0–180,0 m, pow. 1000×. Trójkątne zagłębienia wytrawień chemicznych zorientowane równolegle.

Fig. 2. Depth 179.0–180.0 m, ×1000. Parallel triangular depressions from chemical etching.



Ryc. 3. Głębokość 177,0–177,5 m, pow. 1000×. Fragment starej powierzchni odlupań, pokrytej licznymi dziurkami.

Fig. 3. Depth 177.0–177.5 m, ×1000. A fragment of old surface of breakage, displaying numerous pits.

Próbki z osadów czwartorzędowych

Próbka z głębokości 173,0–174,2 m

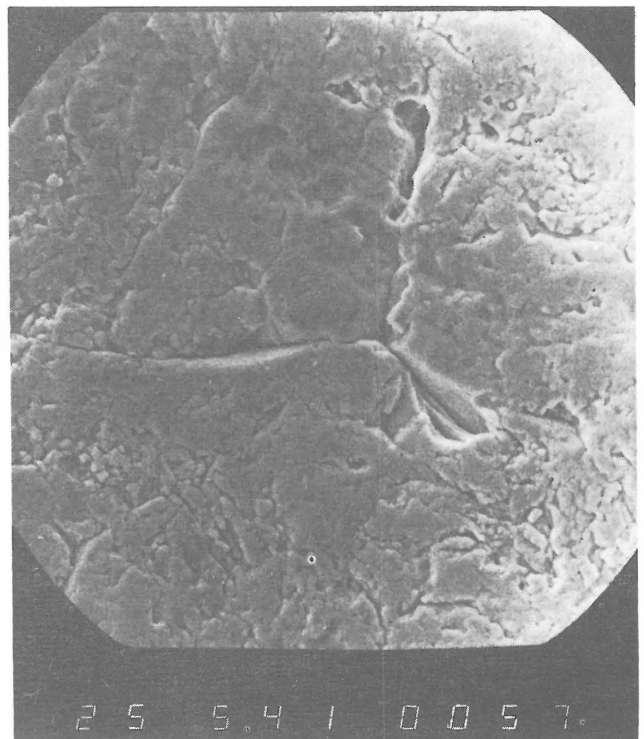
Ziarna są obtoczone, o dość gładkiej powierzchni, wykazują niezbyt duże urozmaicenie form rzeźby. Najczęściej są to v-kształtne odpryski oraz nieregularne spękania, czasem układające się wzdłuż łukowatych linii. Rzadko uwidaczniają się fragmenty starych przełamów muszlowych, wygładzonych i przeobrażonych następnymi elementami rzeźby.

Ziarna kanciaste mają zmienioną, matową powierzchnię. Częste są spękania inicjalne pod kątem ok. 120° (ryc. 4), pogłębione odpryskami. Występują też przełamy muszlowe, stare o złagodzonych krawędziach i zaznaczającymi się na nich trójkątnymi ubytkami. Najczęściej zmatowiała powierzchnia ziarna spowodowana jest istnieniem licznych, drobnych odprysków.

Próbka z głębokości 172,7–173,0 m

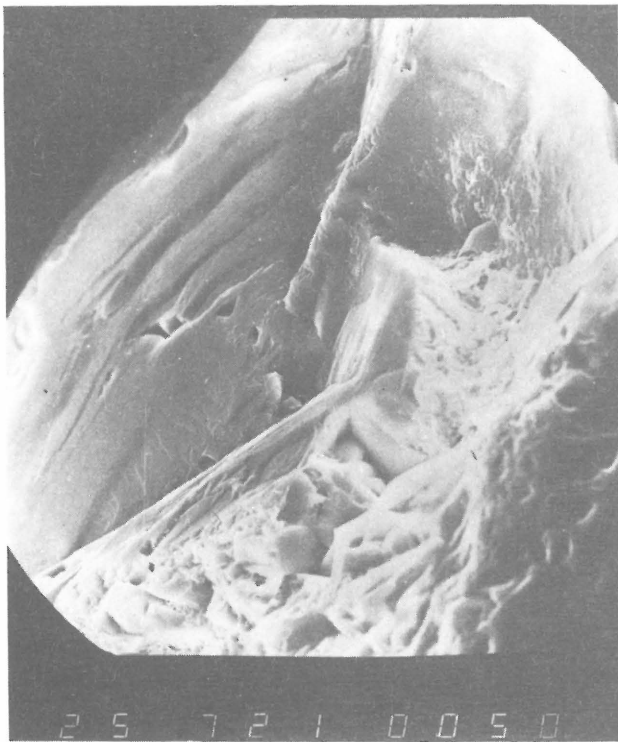
Na ziarnach obtoczonych obserwuje się v-kształtne odpryski, nieregularnie rozmieszczone. Dość licznie występują też spękania różnej wielkości, miejscami przechodzące w łukowate odpryski.

Często obserwuje się ziarna kanciaste z wyraźnymi przełamami muszlowymi, o prążkowanym pokroju. Na ryc. 5 pokazano wyraźny, świeży przełam muszlowy powstały pod kątem prawie 120°. Tworzy on stosunkowo młodą powierzchnię. Powierzchnia ziarna jest bardzo zniszczona procesami mechanicznymi. Występują wyraźne v-kształtne odpryski. Większość ziarn ma podobny charakter powierzchni silnie zmienionej odprysnięciami lub efektami wytrącenia krzemionki.



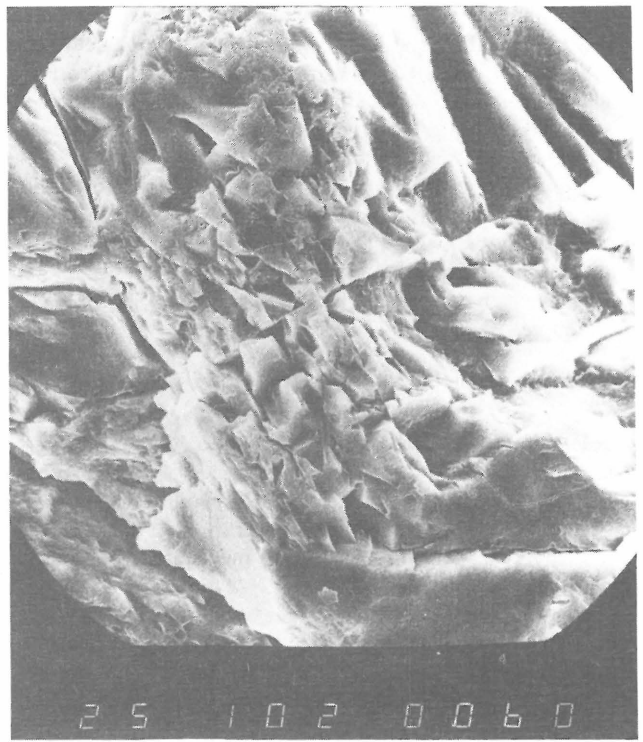
Ryc. 4. Głębokość 173,0–174,2 m, pow. 540×. Na ziarnie obtoczonym, matowym zaznaczone spękania inicjalne pod kątem 120°. Powierzchnia ziarna zniszczona, pokryta cienką warstwą rozpuszczonej krzemionki.

Fig. 4. Depth 173.0–174.2 m, ×540. Mat rounded grain displaying initial fractures oriented at the angle of 120°. Grain surface destroyed and covered with thin coating of dissolved silica.



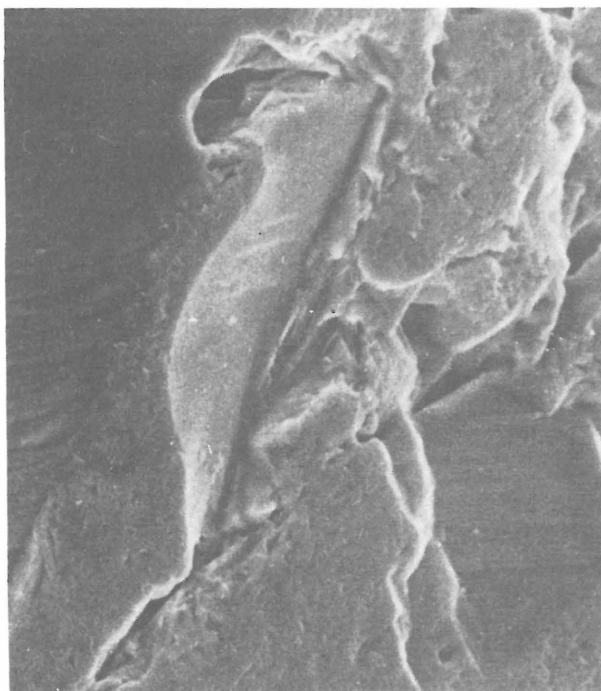
Ryc. 5. Głębokość 172,7–173,0 m, pow. 720×. Fragment świeżego przelamu, o gładkich ścianach wewnętrznych. Powierzchnia całego ziarna zniszczona przez liczne odpryski.

Fig. 5. Depth 172.7–173.0 m, ×720. Fragment of a new breakage with smooth inner walls. The whole grain surface destroyed by numerous chips.



Ryc. 6. Głębokość 97,0–99,0 m, pow. 1000×. Powierzchnia kanciastego silnie potrzaskana, co doprowadzić może do powstania ostrokrawędzistych okruchów.

Fig. 6. Depth 97.0–99.0 m, ×1000. Surface of angular grain is strongly fractured which may result in origin of strongly angular fragments.



Ryc. 7. Głębokość 85,0–86,0 m, pow. 1000×. Ślady świeżych odprysków, o gładkich powierzchniach, młodszych od przelamów muszlowych.

Fig. 7. Depth 85.0–86.0 m, ×1000. Traces of fresh crack-offs, with smooth surfaces and younger than conchoidal breakages.

Próbka z głębokości 97,0–99,0 m

Częstymi formami rzeźby na powierzchni ziarn obtoczonych są tu zarówno odpryski v-kształtne, jak i spękania różnej generacji, prowadzące do odpadnięcia większych fragmentów ziarna. Miejscami rejestruje się zmienioną powierzchnię ziarna wskutek wytrącania krzemionki. Większość ziarn kanciastych ma zmatowioną powierzchnię. Częste są potrzaskania blokowe oraz trójkątne odpryski. Silne spękania mikroblokowe (ryc. 6) powodują odkłucia i w dalszym etapie odpadania mikrobloków.

Próbka z głębokości 85,0–86,0 m

Ziarna zaokrąglone z tej próbki wykazują najczęściej spękania nieregularne, odkłucia od linii spękań, powodujące powstanie łukowatych odprysków (ryc. 7). Zaznaczają się też drobne v-kształtne odpryski. Ziarna kanciaste w tej próbce – poza przelamami muszlowymi, blokowymi – wykazują też ślady wytrącania krzemionki.

Próbka z głębokości 75,4–76,0 m

Ziarna próbki „a” mają raczej gładką powierzchnię, która jednak wykazuje pewne rysy, spękania i odpryski wzdłuż spękań. Spękania na powierzchni ziarna są predysponowanym miejscem odrywania się części różnej wielkości. Zaznaczają się też efekty działania procesów chemicznych. Na ziarnach kanciastych „b” notuje się głównie obecność wielkoskalowych przelamów muszlowych, a także blokowych. V-kształtne ubytki, jako efekt mechanicznych uderzeń, występują zarówno na powierzchniach ziarna wypukłych, jak i wklęsłych. A więc te duże przelamy są starsze, spowodowane prawdopodobnie przelaniem ziarn.

Ziarna z części „b” mają najczęściej powierzchnię matową (ryc. 8). Jest ona spowodowana występowaniem licznych, różnej wielkości spękań mechanicznych, które w efekcie doprowadzają do odpadania części powierzchni w postaci jakby ziarn. Obserwuje się tu również ukierunkowane formy wytrawień chemicznych. Nie są to jednak typowe formy trójkątne, lecz nieco inne, których powstanie predysponowane jest prawdopodobnie wewnętrzną budową kryształu kwarcu, tzn. łatwością wytrawień wzdłuż linii krystalograficznych (ryc. 9). Formy te są starsze od nieregularnych wzerek wchodzących na ich gładkie powierzchnie.

Próbka z głębokości 54,4–55,6 m

Ziarna zaokrąglone w tej próbce mają dość gładką powierzchnię z ubytkami częściej typu odprysków niż przełamów, a te ostatnie zaznaczają się w małej skali. Najczęściej jakaś rysa – szczelina powoduje powstawanie dalszych odkłuc w formie ostrokrawędzistych, trójkątnych ubytków. Rycina 10 ukazuje mechanizm powstania tych struktur.

Natomiast ziarna kanciaste mają najczęściej wszystkie swoje ograniczające płaszczyzny typu przełamów muszlowych, odprysków v-kształtnych. Część tych wielkoskalowych form jest czysta (ryc. 11) świeża, a na części z nich pojawiają się już nowe zagłębienia. Na powierzchni ziarna zaznaczają się także delikatne rysy (pęknięcia), wzdłuż których grupują się drobne v-kształtne ubytki. Zmatowiałą powierzchnię ziarn tworzą liczne, nieregularne odpryski różnej wielkości oraz ślady wytrącania krzemionki.

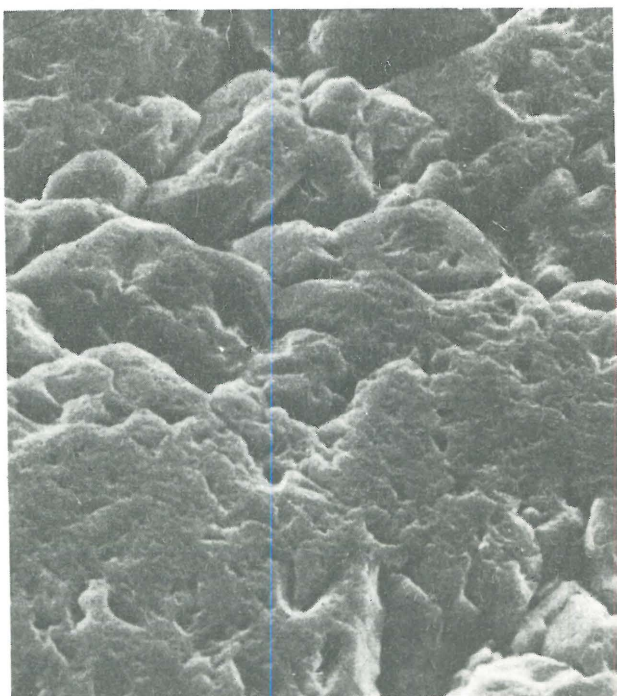
Próbka z głębokości 10,5–11,0 m

Ziarna obtoczone wykazują tu niewielką liczbę spękań, rys i drobnych odprysków. Większość form wklęsłych ma nieregularne zarysy, ale są też i wyraźne formy v-



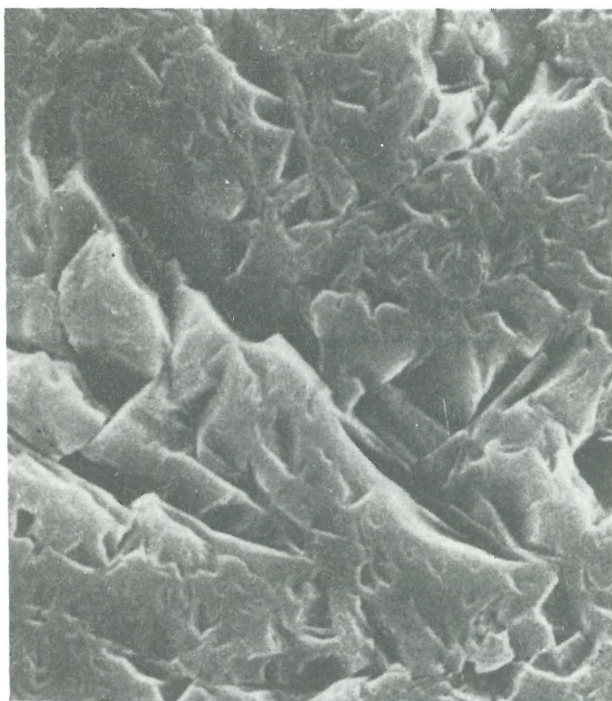
Ryc. 9. Głębokość 75,4–76,0 m, pow. 5000×. Ukierunkowane formy prawdopodobnie wytrawień chemicznych (rozpuszczania).

Fig. 9. Depth 75.4–76.0 m, ×5000. Oriented forms presumably representing effects of chemical etching (corrosion).



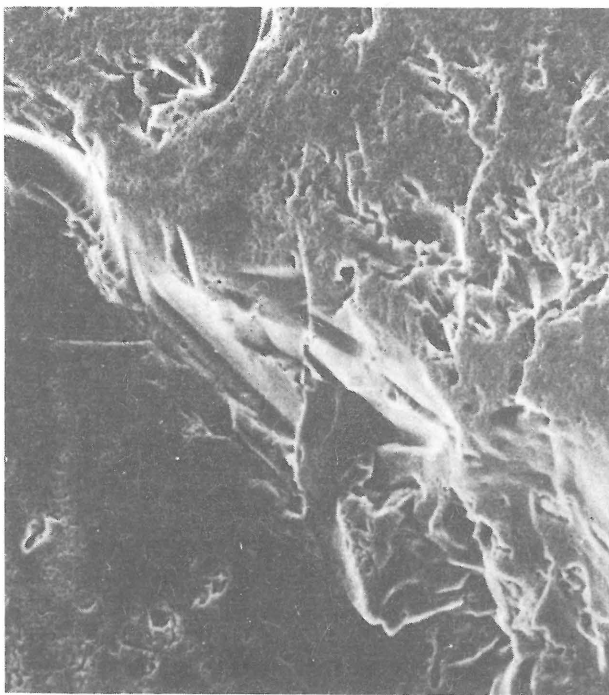
Ryc. 8. Głębokość 75,4–76,0 m, pow. 2000×. Powierzchnia ziarna o charakterze odkłuc prowadzących do dezintegracji granularnej.

Fig. 8. Depth 75.4–76.0 m, ×2000. Grain surface displaying traces of splitting-offs, leading to granular disintegration.



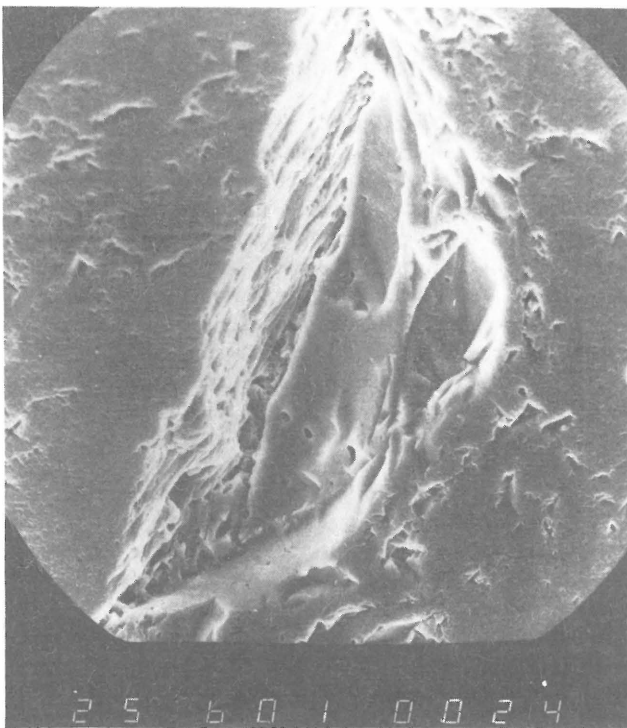
Ryc. 10. Głębokość 54,4–55,6 m, pow. 5000×. Typowe formy zniszczonej mechanicznie powierzchni ziarna, v-kształtne odpryski tworzące jakby „odklucia” wzdłuż łukowatych linii.

Fig. 10. Depth 54.4–55.6 m, ×5000. Typical forms of mechanically damaged surface of grain – v-shaped crack-offs forming “splittings” along arcuate lines.



Ryc. 11. Głębokość 54,4–55,6 m, pow. 500×. Rozległe przełamy muszlowe, gładkie lub prążkowane.

Fig. 11. Depth 54.4–55.6 m, ×500. Smooth or striated vast conchoidal breakages.



Ryc. 12. Głębokość 10,5–11,0 m, pow. 600×. Zagłębienie typu przełamu muszlowego. Powierzchnia ziarna pokryta v-kształtnymi odpryskami, które też zaczynają pojawiać się na przełame.

Fig. 12. Depth 10.5–11.0 m, ×600. Depressions of the conchoidal breakage type. Surface of grain ornamented with v-shaped crack-offs which also appear at the breakages.

-kształtne, chaotycznie rozrzucone. Najczęściej pokrywają one całą powierzchnię ziarna, a także zaczynają pojawiać się na gładkich płaszczyznach przełamu (ryc. 12). Te trójkątne ubytki powstawały w różnym czasie, o czym świadczy wygląd krawędzi – ostry lub nieco złagodzony. Stosunkowo częstą formą występującą na ziarnach obtoczonych są odpryski układające się wzdłuż lekko wygiętych linii, które są jakby predysponowanym miejscem do ich powstania. Na ziarnie o takiej powierzchni stwierdzono pięknie wykształcone kryształy kwarcu 5 μm wysokości, w postaci wyraźnych słupów zakończonych piramidą (ryc. na 1 str. okładki). Są to zarodki, które zapoczątkowują wzrost kryształów. Krzemionka do ich budowy może pochodzić z rozpuszczania powierzchni ziarna bądź z krzemionki koloidalnej.

Z tej samej próbki ziarna kanciaste wykazują najczęściej stare przełamy muszlowe, o nieco złagodzonych krawędziach. Gładkie części żeberkowanych przełamów zaczynają być pokrywane drobnymi dziurkami, powstałymi w wyniku mechanicznych uderzeń. Częste są także drobne spękania, odpryski czy liczne przełamy muszlowe o małym zasięgu, widoczne dopiero w powiększeniu 1000 ×, dające ogólny obraz powierzchni o silnie potrząskanych formach (ryc. 13).

Próbka z głębokości 6,2–7,5 m

Na ogólnie wygładzonej powierzchni ziarn obtoczonych występują spękania oraz różnej wielkości v-kształtne ubytki, chaotycznie rozmieszczone, o niewielkim zagęszczeniu. Pokrywają one oprócz powierzchni wypukłych także i części wklęsłe ziarna (ryc. 14). Przy większym zagęszczeniu odprysków różnej wielkości obserwuje się najczęściej ich ostre krawędzie (ryc. 15). Są to formy najmłodsze. Na podstawie intensywności pokrycia tymi formami powierzchni ziarna i obecności form o różnym wykształceniu krawę-



Ryc. 13. Głębokość 10,5–11,0 m, pow. 1000×. Świeże formy przełamów, nakładających się na siebie.

Fig. 13. Depth 10.5–11.0 m, ×1000. Fresh breakages, overlapping one another.



Ryc. 14. Głębokość 6,2–7,5 m, pow. 360×. Prawie gładka powierzchnia ziarna obtoczonego. Widoczne początkowe spękania i drobne odpryski v-kształtne.

Fig. 14. Depth 6.2–7.5 m, ×360. Almost smooth surface of rounded grain, displaying initial fractures and minor v-shaped crack-offs.

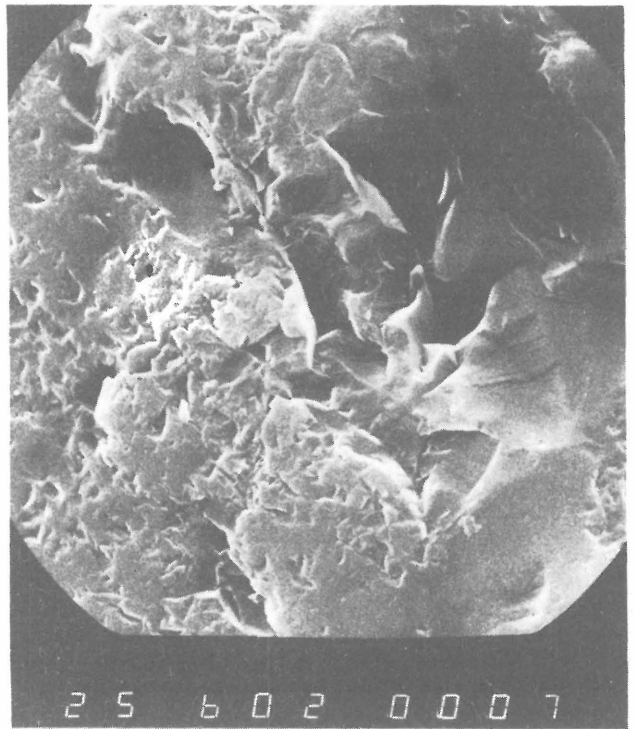
dzi, można wnioskować o długotrwałym procesie powstawania mechanicznych odprysków, prawdopodobnie wspomaganych procesami mrozowymi.

Ziarna kanciaste z tej samej próbki, jeśli są ostre, przełamane – to powierzchnie przełamów są gładkie i czyste. Zaznacza się także występowanie v-kształtnych drobnych zagłębień, nieregularnych spękań oraz występują naskorupienia krzemionki o charakterze gruzelkowatym.

*

Wyniki obserwacji częstotliwości występowania mikrostruktur na powierzchni zbadanych ziarn kwarcu zebrano w tab. III. Liczba wyróżnionych cech mechanicznych i chemicznych jest podana w pewien sposób umowny. Jest ona uwarunkowana zarówno jednoznacznością identyfikacji, jak i powszechnością występowania na kwarcu pochodzącym z danego środowiska. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że wiele mikrostruktur może występować w formie przejściowej lub mogą być one niezbyt wyraźnie wykształcone. W interpretacji ważne też jest stwierdzenie wzajemnej ich zależności: kolejności powstawania, nakładania się itp.

Nie wydaje się celowe wyróżnienie zbyt dużej liczby cech, lecz najważniejsze jest jednoczesne uwzględnienie współzależności cech obserwowanych zarówno na jednym ziarnie, jak i na wielu innych. Sumując można stwierdzić, że na powierzchni ziarn kwarców trzeciorzędowych – obtoczonych i błyszczących występują v-kształtne odpryski, powstałe wskutek mechanicznych uderzeń, zapewne w środowisku wodnym. Częste są także nieregularne spękania lub łukowato układające się odpryski. Część ziarn jest pokryta formami powstałymi w wyniku rozpuszczania krzemionki na ich powierzchni. Rzadko obserwuje się trójkątne figury wytrawień chemicznych (ryc. 2) zorientowanych równolegle, na ścianach słupowych.



Ryc. 15. Głębokość 6,2–7,5 m, pow. 6000×. Fragment powierzchni ziarna obtoczonego, z licznymi odpryskami v-kształtnymi układającymi się łukowato o ostrych, świeżych krawędziach.

Fig. 15. Depth 6.2–7.5 m, ×6000. Fragment of surface of rounded grain with numerous v-shaped crack-offs arranged arcuately and characterized by fresh, sharp margins.

Także sporadycznie można stwierdzić kryształy wzrostu kwarcu (ryc. prawa na 4 str. okładki) jako zarodki nowych kryształów, powstałych w odpowiednich warunkach nasycenia roztworu krzemionki.

Powierzchnia ziarn kwarcu pochodzącego z plejstocen-skich glin morenowych wykazuje znacznie większe urozmaicenie i to zarówno wśród ziarn obtoczonych, jak i kanciastych. Na ziarnach obtoczonych najczęściej spotykanymi formami morfologii powierzchni są nieregularne spękania różnej wielkości i formy, przechodzące czasem w łukowato zarysowane odpryski (ryc. 15). Powszechne są także v-kształtne odpryski powstałe w wyniku uderzeń o różnej intensywności siły działania i czasu trwania całego procesu kolizji. Mogą to być ślady pojedynczych kolizji, rzadko rozrzucone na powierzchni ziarna lub liczne, wyraźne ubytki, pokrywające znaczną część ziarna, łącznie z jego częściami wklęsłymi (ryc. 12).

Takie v-kształtne odpryski układają się czasem wzdłuż lekko wygiętych linii, tworząc miejsca predysponowane do powstawania dalszych odprysków typu „odkłuć” (ryc. 10). Na ziarnach obtoczonych rzadko obserwuje się występowanie przełamów muszlowych a jeśli się pojawiają – to w małej skali, o złagodzonych krawędziach, zniszczonych późniejszymi procesami ścierania. Nie występują tu przełamamy blokowe.

Wśród mikrocech pochodzenia chemicznego najpowszechniejsze są formy powierzchni powstałe wskutek rozpuszczania (ryc. 9) bądź wytrącania krzemionki. Nie stwierdzono w tej grupie ziarn kwarcu figur wytrawień, a sporadycznie tylko obserwowano kryształy wzrostu kwarcu (ryc. na 1 str. okładki).

Na powierzchni ziarn kanciastych dominują mikrocechy pochodzenia mechanicznego, głównie typu przeła-

SZACUNKOWE POKRYCIE POWIERZCHNI ZIARN KWARCU FORMAMI RZEŻBY

a – ziarna obtoczone

b – ziarna kanciaste

Głębokość pobrania próbki	Cechy pochodzenia mechanicznego										Cechy pochodzenia chemicznego					
	Przełamy muszlowe		Przełamy blokowe		V-kształtne odpryski		Spękania nieregularne		Odpryski łukowate		Efekty rozpuszczenia – wytrączenia krzemionki		Trójkątne figury wytrawień		Kryształły wzrostu	
w m	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
6,2– 7,5	+	+++	–	+++	++	+	++	+	–	–	–	++	–	–	–	–
10,5– 11,0	+	++	–	–	+(+)	+++	+(+)	++	++	++	–	–	–	–	++	–
54,4– 55,6	śląd	+++	–	+	++	++	++	+	++	+	+(+)	+	–	–	–	–
75,4– 76,0	śląd	+++	–	++	+	+++	+	–	+	–	+++	+++	–	–	–	–
85,0– 86,0	śląd	++	–	+	+	+	+++	+	++	–	–	+	–	–	–	–
97,0– 99,0	–	++	–	+++	+	++	+	mikro-blokowe	+	+	+	+	–	–	–	–
172,7–173,0	–	++	–	–	+	++	+(+)	–	+	+	–	++	–	–	–	–
173,0–174,2	śląd	+	–	–	+	+	+	mikro-blokowe	+	+	(+)	+	–	–	–	–
177,0–177,5*	–		–		+		+		–		+		–		–	
179,0–180,0	–		–		+		+		+		+		+		+	

Intensywność występowania mikrostruktur na powierzchni ziarna: + mało, ++ średnio, +++ dużo.

* Z trzeciorzędu tylko ziarna obtoczone.

mów muszlowych. Ilościowy udział występowania tych form rzeźby wzrasta na ziarnach kwarcu pochodzących z coraz to młodszych poziomów glinowych w tym profilu (ryc. 11, 14).

Częste są także w grupie ziarn kanciastych przełamy blokowe oraz v-kształtne odpryski, tworzące czasem łukowato wygięte linie. Pojawiają się też formy rzeźby powierzchni w postaci potrzaskań mikroblokowych (ryc. 6), będących predysponowanym miejscem do odpadania ostrokrawędzistych okruchów.

Typ powierzchni ziarn kwarcu o charakterze diagenetycznym jest dość powszechny w tej grupie ziarn. Najczęściej obserwowane są formy rozpuszczania krzemionki. Obejmują one swym zasięgiem znaczne części powierzchni ziarna.

Analizując rozkład liczby poszczególnych mikrocech na powierzchni ziarn kwarcu w profilu pionowym można zauważyć, że ziarna kwarcu pochodzące ze stropu poziomu P₃ wykazują wyjątkową, urozmaiconą rzeźbę powierzchni i to zarówno wśród ziarn oboczonych, jak i kanciastych. Na tych ostatnich dużą frekwencję występowania wykazują przełamy muszlowe, v-kształtne odpryski, przełamy blokowe, jak również ślady rozpuszczania krzemionki. Tak liczna obecność wielu form rzeźby powierzchni może świadczyć o długim okresie, sprzyjającym powstawaniu tych form. Mogły to być procesy mrozowe – powodujące powstanie przełamów muszlowych, przemieszczania ziarn w środowisku wodnym, v-kształtne odpryski oraz niemal jednocześnie warunki powodujące chemiczne rozpuszczenie powierzchni ziarn kwarcu – a więc wzrost wartości pH (>9) wód gruntowych.

Analizując powierzchnię ziarn kwarcu w całym profilu, można zaobserwować także nasilenie cech diagenetycznych na powierzchni ziarn kwarcu występujących w próbkach pochodzących ze stropowych części poziomów glin morenowych. Może to być uzasadnione istnieniem odpowiednich warunków fizykochemicznych, zachodzących w dostatecznie długim okresie na powierzchni moreny w warunkach arealnych. W tym czasie mogłyby powstawać mikrostruktury pochodzące z rozpuszczania lub wytrącania krzemionki. Prawdopodobnie można te procesy korelować z procesami (warunkami) wietrzeniowymi, które jednak nie zawsze są stwierdzane za pomocą metod litologicznych. Jednak dokładne zbadanie takich zależności mogą umożliwić jedynie dalsze analizy powierzchni ziarn kwarcu za pomocą SEM – ziarn pochodzących z różnych części profilu glin morenowych.

*

W badaniach mikroskopowych powierzchni ziarn kwarcu oddzielnie analizowano grupę ziarn oboczonych oraz ziarn kanciastych wyróżnionych z tej samej próbki.

– Zauważono liczniejsze występowanie przełamów muszlowych na ziarnach kanciastych niż na oboczonych, pochodzących z gliny morenowej.

– Przełamy muszlowe nielicznie notowane na ziarnach oboczonych są stare, zniszczone, o złagodzonych krawędziach. Nowe przełamy pojawiające się na tych ziarnach występują w mniejszej skali i zapewne powstały w innych środowiskach niż glacialne. Obserwuje to także L. Le Ribault (11).

– Stwierdzono mniej mikrostruktur o charakterze diagenetycznym (m.in. z wytrącenia krzemionki) na powierzchni ziarn kwarcu pochodzącego z gliny morenowej

w stosunku do kwarcu pochodzącego ze świeżych osadów morenowych (5, 16).

– Ogólnie biorąc ziarna mniejsze, znajdujące się w dolnej granicy przedziału frakcji 0,5–1,0 mm, zawierają na swojej powierzchni w przewodzie mikrocechy diagenetyczne, natomiast ziarna większe, bliższe wielkości 1,0 mm; charakteryzują się przewagą raczej cech powstałych w wyniku procesów mechanicznych.

– Figury wytrawień i kryształy wzrostu kwarcu należą do cech rzadko występujących; nie są one związane z kształtem ziarna, lecz z warunkami geochemicznymi, w jakich to ziarno przebywało.

L I T E R A T U R A

1. B a k e r H.W.Jr. – Environmental sensitivity of sub-microscopic surface textures on quartz sand grains – a statistical evaluation. Journ. Sedim. Petrology 1976 vol. 46 no. 4.
2. B a ł u k A. – Mapa Geologiczna Polski 1:200 000 arkusz Łomża. Wyd. A i B wraz z objaśnieniami 1973.
3. B a ł u k A. – Czwartorzęd i morfogeneza okolic Łomży. Kwart. Geol. 1975 nr 2.
4. K e n i g K. – Litologia glin zwałowych w profilach wiertniczych międzyrzecza dolnego Bugu i Narwi. Arch. IG 1977.
5. K e n i g K. – Skład mineralny osadów moreny czołowej lodowca Gås (Spitsbergen) z uwzględnieniem analizy powierzchni ziarn kwarcu w SEM. Kwart. Geol. 1980 nr 3.
6. K r i n s l e y D. – Scanning electron microscope examination of quartz sandgrain microtextures. Ibidem.
7. K r i n s l e y D.H., D o o r n k a m p J.C. – Atlas of quartz sand surface textures. Cambridge Univ. Press 1973.
8. M a n k e r J.P., P o n d e r R.D. – Quartz grain surface features from fluvial environments northeastern Georgia. Journ. Sedim. Petrology 1978 vol. 48 no. 4.
9. M o j s k i J.E. – Przekrój czwartorzędu w okolicach Ostrowi Mazowieckiej. Prz. Geol. 1965 nr 11.
10. M y c i e l s k a - D o w g i a ł o E., K r z y w o b ł o c k a - L a u r o w R. – Electron microscopic analysis of surface textures of quartz grains from boulder clays. [In:] Till – its genesis and diagenesis. Zesz. Nauk. UAM Ser. Geogr. 1976 nr 72.
11. R i b a u l t L. – Egzoscopia – metoda określania geologicznej przeszłości kwarców detrytycznych. Kwart. Geol. 1977 nr 1.
12. R z e c h o w s k i J. – Sedymentacja utworów plejstocennych w przekroju Ostrowi Mazowieckiej. Kwart. Geol. 1969 nr 3.
13. R z e c h o w s k i J. – O litotypach glin zwałowych dolnego i środkowego plejstocenu na Niżu Polskim. Zesz. Nauk. UAM Ser. Geogr. 1974 nr 10.
14. R z e c h o w s k i J. – Main lithotypes of tills in the Central Polish area. Biul. Inst. Geol. 1977 nr 305.
15. V i n c e n t P.J. – Urzeźbienie powierzchni ziarn kwarcowych z osadów morenowych różnego wieku oraz wynikające z tego ogólne wnioski geomorfologiczne. Prz. Geogr. 1975 z. 3.
16. W h a l l e y W.B., K r i n s l e y D.H. – A scanning electron microscope study of surface textures of quartz grains from glacial environments. Sedimentology 1974 no. 21.

The paper presents lithological characteristics of four horizons of tills assigned to the South-Polish Glaciation (P_1 and P_3) and the maximum and North-Masovian (Wkra) stages of the Mid-Polish Glaciation (\dot{S}_1 and \dot{S}_3 , respectively).

From the point of view of granulometry the tills represent silty-sandy or silty-clay sediments with poorly sorted clastic material. Paleozoic limestones predominate on crystalline rocks in their petrographic composition. The share of dolomites is also significant, and local rocks are mainly represented by Upper Cretaceous mudstones. Heavy mineral assemblage mainly comprises garnets, amphiboles, and epidotes but the share of chlorites is also significant. Content of calcium carbonate is equal 15% at the average, and pH is varying from 8.2 to 8.5.

Table III shows results of studies on frequency of microstructures at surface of the analysed quartz grains. Surface of quartz grains from Pleistocene tills appears markedly more diversified than that of those from Oligocene bedrock.

Rounded grains from tills most often display the following microstructures: irregular fractures varying in size and form and sometimes passing into arcuate crack-offs, V-shaped depressions varying in size, and conchoidal breakages (but the latter are here relatively rare, small and with gentle margins).

Angular grains are mainly characterized by microstructures of mechanical origin, especially those of the conchoidal breakage type. Block fractures are also common, being sometimes represented by fractures of the microblock type. Moreover, there occur some V-shaped depressions. Microstructures of the diagenetic type (e.g. those from precipitation of silica) are generally scarcer on angular grains from tills than on those from modern moraine sediments. The analysis of surface of quartz grains from the whole section showed that diagenetic features are more common on grains coming from top parts of the till horizons.

Приведена литологическая характеристика четырёх горизонтов моренных глин южнопольского оледенения (P_1 и P_3), а также максимального стадиала (C_1) и северномазовецкого (Вкры) стадиала (C_3) центральнопольского оледенения.

Эти глины илисто-песчанистые или илисто-глинистые с очень слабой сортировкой обломочного материала. В петрографическом составе наблюдается преимущество палеозойских известняков над кристаллическими породами, находятся также доломиты. Среди местных пород преобладают верхнемеловые алевролиты, а среди тяжёлых минералов — гранаты, амфиболы и эпидоты. Видны также хлориты. Среднее содержание карбида кальция равно 15%, а pH 8,2—8,5.

Результаты наблюдения частоты распространения микроструктур на поверхности зерн кварца составлены в таблице III. Поверхность зерн кварца входящего в состав плейстоценовых моренных глин значительно более разнообразна чем поверхность зерн кварца из олигоценового фундамента.

На окатанных зернах из моренных глин чаще всего встречаются следующие формы микроструктур: нерегулярные трещины разной величины и формы, проходящие иногда в другообразные углубления и убытки в форме v. Редко здесь наблюдаются раковистые изломы и они малые, имеющие мягкие грани.

Угловатые зерна характеризуются присутствием микросвойств механического происхождения, главным образом типа раковистых изломов. Часто встречаются также блоковые изломы, иногда в форме микроблоковых трещин и убытков в форме v. Вообще можно сказать, что на зернах кварца из моренной глины встречается относительно меньше микроструктур диagenетического характера (нпр. осаджений кремнезёма) чем в зернах со свежих, современных моренных осадков. Анализируя поверхность зерн кварца во всем разрезе, видно усиление диagenетических свойств на поверхности кварца происходящего из кровельных частей горизонтов моренных глин.