

UKD 549.514.51:539.215.3]:086:537.533.6:552.541:552.14:551.762.22(438 – 13 pieniński pas skałkowy)

Tomasz ZYDOROWICZ

Cechy powierzchni ziarn kwarcu z jurajskich wapieni pienińskiego pasa skałkowego

Opisano cechy powierzchni ziarn kwarcu: plastry krzemionkowe i siateczkę krzemionkową powstałe w warunkach diagenety wapieni pienińskiego pasa skałkowego. Niski stopień przeobrażeń tych powierzchni pozwolił na przeprowadzenie rekonstrukcji środowiskowej obszarów źródłowych, którymi były grzbieity geantyklinalne. Był to łańcuch wysp o wąskiej strefie brzegowej i stokach gwałtownie opadających ku głębiom morskim.

WSTĘP

Obserwacje powierzchni ziarn kwarcu w SEM dostarczają cennych informacji o chemicznych i mechanicznych procesach, które oddziaływały na ziarno w czasie transportu i diagenety (S.V. Margolis, D.H. Krinsley, 1974). Na podstawie badań współczesnych osadów dokonano klasyfikacji cech powierzchni ziarn w zależności od środowiska sedymentacji (D.H. Krinsley, J.C. Doornkamp, 1973), co umożliwia określenie kopalnych środowisk sedymentacji (P.L. Blackwelder, O.H. Pilkey, 1972; R. Higgs, 1979).

W większości przypadków powierzchnie ziarn wyseparowanych ze zlyfikowanych skał klastycznych noszą ślady intensywne przeobrażeń diagenetycznych (E.D. Pittman, 1972). Ogranicza to zastosowanie analizy cech powierzchni ziarn kwarcu do skał sypkich lub słabozwięzłych, czyli głównie młodszych od trzeciorzędowych (S.V. Margolis, D.H. Krinsley, 1974; C.K. Ly, 1978). Zainteresowanie ziarnami kwarcu ze skał węglanowych było dotychczas niewielkie (D.H. Krinsley, J. Donahue, 1968; G.M. Friedman i in., 1976). Celem artykułu jest zatem określenie przeobrażeń powierzchni ziarn kwarcu w warunkach diagenety wapieni oraz możliwości wykorzystania tych badań w rekonstrukcjach paleogeograficznych obszarów obrzeżających zbiorniki sedymentacji węglanowej na przykładzie jurajskich wapieni pienińskiego pasa skałkowego.

Dziękuję Panu prof. drowi hab. A. Radwańskiemu za krytyczną ocenę pracy. Mgr E. Klichowicz i mgr P. Dzierżanowski wykonali zdjęcia w mikroskopie skaningowym, a mgr W. Szewczyk analizy rentgenowskie.

OBSZAR BADAŃ

Badaniami objęto polską część pienińskiego pasa skałkowego. Próbkę pobrano z 10 miejsc, w których odsłaniają się utwory środkowo- i górnourajskie jednostek: czorsztyńskiej, braniskiej, niedzickiej i czertezickiej (fig. 1). Zgeneralizowany profil tych jednostek (od górnego batonu po dolny tyton) obejmuje: wapień krynoidowe, wapień bulaste dolne, radiolaryty, wapień bulaste górne, wapień kalpionellowe (nie w każdej jednostce występują wszystkie człony podanej sekwencji).

Ziarna kwarcu są szczególnie liczne w wapieniach krynoidowych i w dolnej części dolnych wapieni bulastych. Źródłem materiału kwarcowego były hipotetyczne grzbiety geantyklinalne ograniczające od północy i południa basen geosynklynalny pienińskiego pasa skałkowego (K. Birkenmajer, 1977).

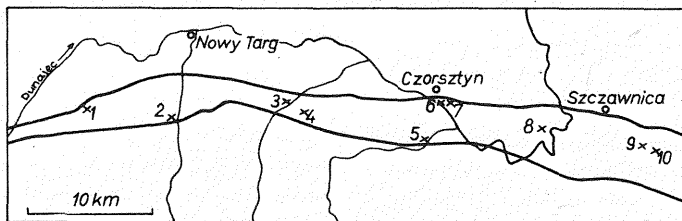


Fig. 1. Mapa lokalizacji badanych odsłoneń; granice pienińskiego pasa skałkowego według K. Birkenmajera (1977) uproszczone

Location of the studied localities; boundaries of the Pieniny Klippen Belt after K. Birkenmajer (1977) simplified

1 – Stare Bystre; 2 – Szaflary Wapiennik; 3 – Oblazowa; 4 – Lorencowe Skałki; 5 – Niedzica – Podmajerz; 6 – Czorsztyń Halka; 7 – Czorsztyń Zamek; 8 – Czertezik; 9 – Sołtysia Skała; 10 – Czajakowa Skała

METODY BADAŃ

Po rozpuszczeniu wapieni w 10% roztworze HCl do badań w SEM wybrano z każdej próbki 10–15 ziarn o średnicy >0,2 mm i 3–5 ziarn o średnicy <0,15 mm (niektóre próbki, m.in. z wapieni kalpionellowych, nie zawierały ziarn o średnicy >0,2 mm). W celu usunięcia związków żelaza z powierzchni, ziarna kwarcu gotowano w 10% roztworze chlorku cynawego. Ziarna przyklejone na dwustronnie klejącą taśmę napyłano złotem.

Stopień krystaliczności krzemionki określono na dyfraktogramie DRON-1 według metody zaproponowanej przez K.J. Murato i M.B. Normana II (1976).

PRZEMIANY POWIERZCHNI ZIARN KWARCU W WARUNKACH DIAGENEZY WAPIENI

Ziarna kwarcu z wapieni analizowali D.H. Krinsley i J. Donahue (1968). Wszystkie opisane przez tych autorów cechy, tzn.: automorficzne kryształy kwarcu na powierzchni ziarn (*crystal surfaces*), prążkowanie (*pressure-solution striations = parallel striations*), chemicznie skorodowana powierzchnia ziarna (*solution surfaces*) i powierzchnie spekań (*fracture surfaces*), występują także na ziarnach pochodzących z analizowanych próbek (tabl. I, fig. 4–7). Obserwacje autora nie potwierdziły hipotezy, że struktury te powstają w środowisku, w jakim zachodzą diagenetyczne przemiany wapieni. Wobec powszechnego występowania gładkich powierzchni spekań o „świeżym” wyglądzie (tabl. I, fig. 7), gładkich ścian automorficznych kryształów kwarcu (tabl. I, fig. 4) i doskonale zachowanych struktur mechanicznych (tabl. III, fig. 16) należy przyjąć, że korozja chemiczna bądź rekryształizacja węgla wapnia nie wpływały na ukształtowanie powierzchni ziarn kwarcu. Jedynymi obserwowanymi cechami powierzchni, zinterpretowanymi jako efekt przemian diagenetycznych w wapieniach, są krzemionkowe plastry (*silica plastering*) oraz poligonalna siateczka krzemionkowa (w omawianych wapieniach nie obserwowano kalcytyzacji ziarn kwarcu – por. T. Walker, 1960).

OPIS DIAGENETYCZNYCH CECH POWIERZCHNI ZIARN KWARCU Z WAPIENI

Krzemionkowe plastry (tabl. I, fig. 8) są to cienkie płytki o średnicy kilkunastu mikrometrów przylegające stycznie do powierzchni ziarna. Znane są ze środowiska diagenetyzacji skał klastycznych. D.H. Krinsley i J.C. Doornkamp (1973) sugerują ich mechaniczną genezę. Struktura ta rzadko występuje na powierzchni ziarn wyseparowanych z analizowanych wapieni. Krzemionkowe plastry stwierdzono również na powierzchni chalcodonowych igieł gąbek (próbka z wapieni oksfordu odsłaniających się koło Barcina na Kujawach), z czego wynika, że powstają one na drodze wytrącania się krzemionki w warunkach diagenetyzacji wapieni. Porównując te wnioski z poglądami D.H. Krinsleya i J.C. Doornkampa (1973) nie można wykluczyć dwójakiego charakteru tej struktury.

Poligonalna siateczka krzemionkowa (tabl. I, fig. 9; tabl. II, fig. 11). Zarys siateczki tworzą wąskie, trójkątne w przekroju grzbiety. Poszczególne komory są izometryczne i poligonalne – najczęściej czworokątne. Wielkość ich jest zmienna, od 1 do >10 μm . W początkowym stadium tworzenia siateczka jest delikatna o dużych komorach i nie w pełni wykształconych grzbietych; w późnym stadium przekształca się w maszyną, porowatą na kontakcie z ziarnem, grubą warstwę z licznymi wielościennymi zagłębieniami po kryształach kalcytu (tabl. II, fig. 10). Występowanie zsylikowanych skorupki teksturalii pokrytych poligonalną siateczką krzemionkową dowodzi, że powstała ona w warunkach diagenetyzacji wapieni na drodze precypitacji słabouporządkowanej krzemionki (chalcodon?) na powierzchni ziarn krzemionkowych, a między kryształami kalcytu budującymi matriks wapieni.

WPLYW STOPNIA PRZEOBRAŻEŃ DIAGENETYCZNYCH KRZEMIONKI NA CECHY POWIERZCHNI ZIARN KWARCU

Analizowane wapienie nie uległy silnym przeobrażeniom diagenetycznym, na co wskazuje obecność getytu i mieszanopaketowych minerałów ilastych. Określono stopień krystaliczności krzemionki radiolarytów, które występują w środku sekwencji wapieni bulastych. Wartości indeksu krystaliczności (według K.J. Murato, M.B. Normana II, 1976) mieszczą się w przedziale 1–4 (w 10-stopniowej skali). Nie stwierdzono korelacji między cechami powierzchni ziarn kwarcu a stopniem diagenetyki krzemionki.

CECHY POWIERZCHNI ZIARN KWARCU

Ziarna kwarcu podzielono na grupy według wielkości i cech ich powierzchni (fig. 2). Przyjęty podział na ziarna małe (0,06–0,15 mm) i duże (>0,2 mm) jest podziałem naturalnym; na ziarnach o średnicy <0,2 mm nie zaznaczają się cechy oddziaływań mechanicznych, natomiast cechy oddziaływań chemicznych są wspólne dla wszystkich ziarn (S.V. Margolis, D.H. Kinsley, 1974). Przy podziale na grupy uwzględniono tylko te cechy powierzchni, które są czułymi wskaźnikami środowiska.

Określenie jednej z cech jako „deformacje powłoki krzemionkowej” obejmuje: spękania powłoki krzemionkowej, pęknięcia ziarn spojone amorficzną krzemionką i ślady po sześciennych kryształach (halitu bądź pirytu). Zestaw cech powierzchni ziarn dla każdej grupy przedstawia fig. 3.

INTERPRETACJA ŚRODOWISKA POSZCZEGÓLNYCH GRUP ZIARN

Interpretacji środowiskowej dokonano na podstawie całego zespołu cech powierzchni ziarn występujących w danej grupie. Przy opisie grup wyróżniono cechy tylko najbardziej diagnostyczne.

G r u p a 1 (tabl. III, fig. 18–20). Ziarna pochodzą z profilu glebowego klimatu tropikalnego o dużych wahaniami temperatury. Dla takich warunków diagnostyczne są spękania powłoki krzemionkowej ziarn (F.R. Lucchi, G.D. Casa, 1970).

G r u p a 2 (tabl. I, fig. 4). Ziarna pochodzą z profilu glebowego z wodami gruntowymi przesyconymi względem krzemionki lub z obszarów wietrzenia słabozdiagenezowanych piaskowców. Dla takich warunków typowy jest automorficzny kwarc narastający na powierzchni ziarn (R. Higgs, 1979).

G r u p a 3 (tabl. III, fig. 16). Ziarna pochodzą ze środowiska wodnego, o średniej lub wysokiej energii oddziaływań mechanicznych, środowiska rzeczno-głębokiego lub deltowego, dla których są charakterystyczne gładkie powierzchnie, V-kształtne zagłębienia i bruzdy (D.H. Kinsley, J.C. Doornkamp, 1973).

G r u p a 4 (tabl. I, fig. 5). Ziarna pochodzą ze środowiska morskiego, przybrzeżnego. Zagłębienia o skorodowanym dnie wskazują na oddziaływanie alkalicznych (morskich) wód na powierzchnię ziarna (D.H. Kinsley, J.C. Doornkamp, 1973).

G r u p a 5 (tabl. II, fig. 14). Ziarna pochodzą ze środowiska wodnego, od rzeczno-głębokiego do niskoenergetycznego morskiego. Trójkątne figury trawienia wskazują

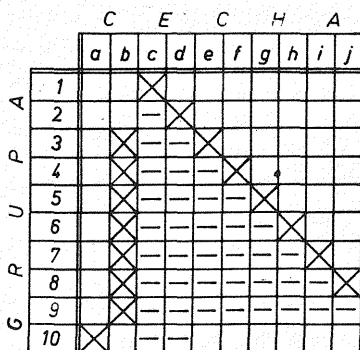


Fig. 2

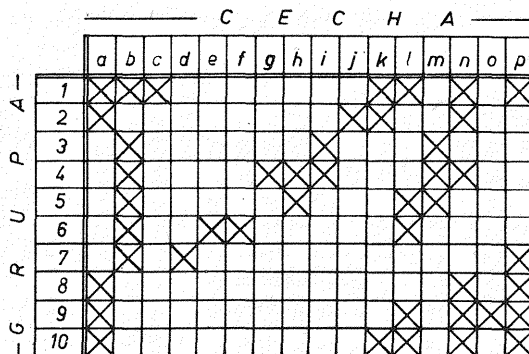


Fig. 3

Fig. 2. Kryteria podziału ziarn na grupy

Criteria of subdivision of grains into groups

X – cecha obecna; – – cecha nieobecna; puste pole – cecha może występować; a – ziarno małe (<0,2 mm); b – ziarno duże (>0,2 mm); c – deformacje powłoki krzemionkowej; d – automorficzny kwarc; e – V-kształtne zagłębienia i bruzdy; f – wydłużone zagłębienia o skorodowanym dnie; g – trójkątne figury trawienia; h – obłe zagłębienia; i – powierzchnia postrzępiona; j – powierzchnie spękań (>50% powierzchni ziarna)

X – feature present; – – feature lacking; empty field – feature may be present; a – fine (below 0.2 mm) grain; b – large (over 0.2 mm) grain; c – deformations of siliceous cover; d – quartz overgrowth; e – V's and grooves; f – elongate concavities with corroded bottom; g – chemical V's; h – dish-shaped concavities; i – upturned plates; j – fracture surfaces (over 50% of grain surface)

Fig. 3. Cechy powierzchni ziarn w grupach

Surface features of grains in individual groups

X – cecha obecna; puste pole – brak cechy; a – krawędzie niezaokrąglone; b – krawędzie zaokrąglone; c – deformacje powłoki krzemionkowej; d – powierzchnia postrzępiona; e – hemisferyczne skupienia krzemionki; f – obłe zagłębienia; g – wydłużone zagłębienia o skorodowanym dnie; h – trójkątne figury trawienia; i – V-kształtne zagłębienia i bruzdy; j – automorficzny kwarc; k – nieregularna powłoka krzemionkowa (nieregularności >0,2 μm); l – nieregularna powłoka krzemionkowa (nieregularności <0,2 μm); m – gładka powierzchnia ziarna; n – poligonalna siateczka krzemionkowa; o – krzemionkowe plasty; p – powierzchnie spękań

X – feature present; empty field – feature lacking; a – unrounded margins; b – rounded margins; c – deformations of siliceous cover; d – upturned plates; e – hemispherical silica globules; f – dish-shaped concavities; g – elongate concavities with corroded bottom; h – chemical V's; i – V's and grooves; j – quartz overgrowth; k – irregular siliceous cover (irregularities below 0.2 μm in height); l – irregular siliceous cover (irregularities >0.2 μm in height); m – smooth grain surface; n – polygonal siliceous network; o – silica plastering; p – fracture surfaces

na oddziaływanie wód alkalicznych na powierzchnię ziarna (P.L. Blackwelder, O.H. Pilkey, 1972). W środowisku rzeczonym cecha ta występuje bardzo rzadko (J. Manker, R.D. Ponder, 1978).

Grupa 6 (tabl. II, fig. 12). Ziarna pochodzą ze środowiska eolicznego, dla którego są charakterystyczne obłe zagłębienia (D.H. Krinsley, J.C. Doornkamp, 1973). Hemisferyczne skupienia krzemionki wskazują na oddziaływanie procesów glebowych (R. Higgs, 1979).

Grupa 7 (tabl. II, fig. 13). Ziarna pochodzą ze środowiska eolicznego, dla którego jest typowa silnie postrzępiona powierzchnia ziarna (D.H. Krinsley, J.C. Doornkamp, 1973), chociaż była ona także opisana z wysokoenergetycznego środowiska rzeczonym (J. Manker, R.D. Ponder, 1978).

Grupa 8. Ziarna pochodzą bezpośrednio z obszarów wietrzenia skał krystalicznych. Ostre krawędzie są typowe również dla środowiska glacialnego, jednakże tę możliwość wykluczono *a priori* (R. Higgs, 1979).

G r u p a 9 (tabl. I, fig. 6, 7). Ziarna pochodzą bądź bezpośrednio z profilu glebowego, do którego zostały dostarczone z obszarów wietrzenia skał krystalicznych, bądź też pochodzą z wietrzenia słabozdiagenezowanych piaskowców. Kształt ziarn jest charakterystyczny dla ziarn powstałych w wyniku wietrzenia skał krystalicznych. Cechy powierzchni wskazują na oddziaływanie roztworów przesyconych względem krzemionki (D.H. Krinsley, J.C. Doornkamp, 1973).

G r u p a 10 (tabl. II, fig. 15; tabl. III, fig. 17). Ziarna nie są charakterystyczne dla określonego środowiska. Średnica ich jest zbyt mała, by mogły zaznaczyć się efekty oddziaływań mechanicznych, jednakże najprawdopodobniej pochodzenie większości ich jest takie samo jak ziarn grupy 9.

Ponad 60% analizowanych dużych ziarn należy do grupy 9, natomiast blisko 20% do grup 1, 2, 8, tj. zawierających ziarna zmienione pod wpływem wietrzenia. Cechy powierzchni ziarn pochodzących z profilu glebowego są podobne do cech powierzchni ziarn powstałych we wczesnych etapach diagenety piaskowców (R. Higgs, 1979). Rozróżnienie tych dwóch środowisk nie zawsze jest możliwe.

Następnymi pod względem liczebności są ziarna noszące cechy charakterystyczne dla środowisk wodnych (grupy 3, 4, 5). Najrzadsze są ziarna interpretowane jako eoliczne (grupy 6, 7).

Jakościowe porównanie cech powierzchni ziarn kwarcu z próbek pochodzących z różnych odsłoneń nie wykazało regionalnego zróżnicowania. Nie stwierdzono również większych różnic między ziarnami wyseparowanymi z wapieni krynoidowych i z dolnej partii wapieni bulastych.

Cechy powierzchni ziarn małych, które nie są czułym wskaźnikiem środowiska, są takie same w obrębie całego profilu na całym analizowanym obszarze.

PALEOGEOGRAFICZNA REKONSTRUKCJA OBSZARÓW ŹRÓDŁOWYCH

Obserwacje powierzchni ziarn kwarcu z jurajskich wapieni pienińskiego pasa skałkowego pozwoliły na wyróżnienie czterech środowisk, w których doszło do ustalenia równowagi między czynnikami danego środowiska a powierzchnią ziarna kwarcu. Są to:

- środowisko eoliczne (grupy 6, 7);
- środowisko morskie, przybrzeżne o niskiej energii oddziaływań mechanicznych (grupa 4 i prawdopodobnie 5);
- środowisko wodne od średniej do wysokiej energii oddziaływań mechanicznych (grupa 3);
- strefa wietrzenia skał zawierających ziarna kwarcu (grupy 1, 2, 8, 9).

Ważnym zagadnieniem jest określenie rodzaju skał, które dostarczyły ziarn kwarcu zaliczonych do grup 1, 2, 8 i 9. Bardzo mało ziarn skaleni i minerałów ciemnych wobec słabego obtoczenia ziarn kwarcu i braku cech przemawiających za intensywnym wietrzeniem chemicznym wskazuje, że większość ziarn pochodzi z wietrzenia skał innych niż magmowe bądź metamorficzne. Hipotetycznymi skałami macierzystymi mogły być piaskowce triasu znane z Tatr, a nie odsłaniające się na obszarze pienińskiego pasa skałkowego. Takie pochodzenie ziarn kwarcu sugerował wcześniej K. Birkenmajer (1977). Pewna część ziarn (grupa 8) pochodzi bezpośrednio z wietrzenia skał krystalicznych (por. K. Birkenmajer i in., 1960).

Brak wyraźnego zróżnicowania cech powierzchni ziarn z różnych odsłoneń (19 próbek po 15 ziarn i dodatkowo 5 próbek po 3 ziarna) nie pozwala na przepro-

wadzenie rozważań dotyczących ilości i charakterystyki poszczególnych obszarów źródłowych. Można natomiast dokonać przybliżonej rekonstrukcji paleogeograficznej:

1. Obecność ziarn pochodzenia eolicznego dowodzi, że obszar skąd znoszony był materiał klastyczny był lądem. Wskazują na to również ziarna o spękanej powłoce krzemionkowej (tabl. III, fig. 19). Mało ziarn noszących cechy korozji chemicznej – typowej dla środowiska morskiego – sugeruje, że przynajmniej większość ziarn grup 1, 2, 8 i 9 pochodzi z obszarów subaeralnego wietrzenia piaskowców.

2. Mały procent ziarn noszących cechy oddziaływań mechanicznych wskazuje na krótki transport, a tym samym na małą odległość od strefy wietrzejących skał do strefy głębokowodnej, gdzie energia oddziaływań mechanicznych była niska. Można przypuszczać, że rozmiary obszarów wyniesionych nad powierzchnię wody były niewielkie, gdyż w przeciwnym przypadku należałoby się spodziewać większego udziału ziarn pochodzenia eolicznego.

3. Obecność ziarn z popękaną powłoką krzemionkową (tabl. III, fig. 19) wskazuje na gorący klimat o dużych wahaniami temperatury.

4. Niewielka ilość ziarn noszących cechy charakterystyczne dla środowiska plażowego i przybrzeżnego pozwala przypuszczać, że strefa brzegowa była bardzo wąska. Prawdopodobnie w tej strefie uległa pokruszeniu część ziarn, które są obecnie ograniczone niezmiennymi chemicznie powierzchniami spękań.

5. Z ogólnych rozważań paleogeograficznych wynika, że górnourajski basen geosynklinalny pienińskiego pasa skałkowego był ograniczony od północy i południa grzbietami geantyklinalnymi (K. Birkenmajer, 1977). Najprawdopodobniej z ich niszczenia pochodzą ziarna kwarcu. Analiza ich powierzchni pozwala na przybliżoną rekonstrukcję warunków panujących na tych grzbietach. W paleomorfologii zaznaczyły się one w formie łańcucha wysp zbudowanych przynajmniej częściowo ze słabodiagenizowanych piaskowców. Strefa brzegowa była wąska i charakteryzowała się dużą energią falowania. Stoki wysp opadały gwałtownie ku głębiom morskim. Obecność ziarn noszących cechy grup 4 i 5 dowodzi, że istniały również „ciche” zatoki.

6. Powyżej dolnej części dolnych wapieni bulastych aż do wapieni kalpionelowych występują tylko ziarna małe. Cechy ich powierzchni są takie same jak małych ziarn z wapieni krynoidowych. Choć ziarna te nie są czułym wskaźnikiem środowiska wydaje się, że warunki sedymentacji panujące na obszarach dostarczających materiał klastyczny do basenu geosynklinalnego były stałe w rozpatrywanym przedziale czasu.

UWAGI KOŃCOWE

Na podstawie materiału przedstawionego w niniejszym artykule wykazano, że przeobrażenia powierzchni ziarn kwarcu w warunkach diagenety wapieni są niewielkie i łatwe do odróżnienia od cech powierzchni charakterystycznych dla środowisk sedymentacji. Umożliwia to szersze wykorzystanie analizy powierzchni tych ziarn przy rekonstrukcjach paleogeograficznych.

Średnica największych ziarn w wapieniach najczęściej nie przekracza 0,2 mm, natomiast dolna granica średnicy ziarn kwarcu, poniżej której nie zaznaczają się procesy mechanicznej abrazyj na powierzchni, wynosi 0,1 mm. Do analizy zaleca się zatem wybierać ziarna $>0,5$ mm (S.V. Margolis, D.H. Krinsley, 1974). Małe ziarna pochodzące z kruszenia ziarn większych zachowują czasami na swych po-

wierzchniach cechy ziarn macierzystych, co pozwala także na wykorzystanie ich w analizie paleogeograficznej (D.H. Krinsley, F.W. McCoy, 1977).

Ziarna znoszone z lądu do morza przechodzą przez strefę brzegową. Zgodnie z wnioskami P.L. Blackweldera i O.H. Pilkeya (1972) należy oczekiwać, że ziarna, które długo przebywały w tej strefie, będą nosiły jedynie ślady oddziaływań chemicznych, natomiast cechy mechaniczne ulegną zatarciu lub będą odziedziczone po poprzednim środowisku sedymentacji.

Instytut Geologii Podstawowej
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa, al. Żwirki i Wigury 93
Nadesłano dnia 4 stycznia 1984 r.

PIŚMIENNICTWO

- BIRKENMAJER K. (1977) – Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland, *Studia Geol. Pol.*, **45**.
- BIRKENMAJER K., GAŚSIOROWSKI S.M., WIESER T. (1960) – Fragments of exotic rocks in the pelagic deposits of the Bathonian of the Niedzica series. (Pieniny Klippen-Belt, Carpathians). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **30**, p. 29–58, z. 1.
- BLACKWELDER P.L., PILKEY O.H. (1972) – Electron microscopy of quartz grain surface textures: The U.S. Eastern Atlantic Continental Margin. *Jour. Sed. Petrol.*, **42**, p. 520–526, nr 3.
- FRIEDMAN G.M., ALI S.A., KRINSLEY D.H. (1976) – Dissolution of quartz accompanying carbonate precipitation and cementation in reefs: Example from the Red Sea. *Jour. Sed. Petrol.*, **46**, p. 970–973, nr 4.
- HIGGS R. (1979) – Quartz-grain surface features of the Mesozoic-Cenozoic sands from the Labrador and Western Greenland Continental Margin. *Jour. Sed. Petrol.*, **49**, p. 599–610, nr 2.
- KRINSLEY D.H., DONAHUE J. (1968) – Diagenetic surface textures on quartz grains in limestone. *Jour. Sed. Petrol.*, **38**, p. 859–862, nr 3.
- KRINSLEY D.H. DOORNKAMP J.C. (1973) – Atlas of quartz sand surface textures. Cambridge University Press.
- KRINSLEY D.H., MCCOY F.W. (1977) – Significance and origin of surface textures on broken sand grains in deep sea sediments. *Sedimentology*, **24**, p. 857–862, nr 6.
- LUCCHI F.R., CASA G.D. (1970) – Surface textures of desert quartz grains. A new attempt to explain the origin of desert frosting. *Giorn. Geol.*, **34**, p. 751–776, nr 2.
- LY C.K. (1978) – Grain surface features in environmental determination of late Quaternary deposits in New South Wales. *Jour. Sed. Petrol.*, **48**, p. 1219–1226, nr 4.
- MANKER J., PONDER R.D. (1978) – Quartz grain surface features from fluvial environment of northeastern Georgia. *Jour. Sed. Petrol.*, **48**, p. 1227–1232, nr 4.
- MARGOLIS S. V., KRINSLEY D.H. (1974) – Process of formation and environmental occurrence of microfossils on detrital quartz grains. *Am. Jour. Sc.*, **274**, p. 449–464, nr 5.
- MURATO K.J., NORMAN II M.B. (1976) – An index of crystallinity for quartz. *Am. Jour. Sc.*, **276**, p. 1120–1130, nr 9.
- PITTMAN E.D. (1972) – Diagenesis of quartz in sandstones as revealed by scanning electron microscopy. *Jour. Sed. Petrol.*, **42**, p. 507–519, nr 3.
- WALKER T. (1960) – Carbonate replacement of detrital crystalline silica minerals as a source of authigenic silica in sedimentary rocks. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **71**, p. 145–152, nr 1.

Томаш ЗЫДОРОВИЧ

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ КВАРЦЕВЫХ ЗЕРЕН ИЗ ЮРСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ ПЕНИНСКОЙ ЦЕПИ УТЕСОВ

Резюме

Образцы для анализа были отобраны в 10 обнажениях в польской части Пенинской цепи утесов (фиг. 1). Обобщенный разрез изучавшихся отложений включает криноидные известняки: свита известняка из Смолеговой (св) — средний байос—верхний байос, свита известняка из Крупянки (св.) — верхний байос—батон—келловей ?; конкреционные известняки: свита чорштынского известняка (св.) — келловей—кимеридж, свита нёдзицкого известняка (св.) — верхний байос—келловей; радиоляриты: свита радиоляритов из Чайковой (св.) — оксфорд; кальпинелловые известняки: подсвита известняков из Коровой (псв.) — титон, подсвита известняков из Собутки (псв.) — нижний и средний титон. Особенно многочисленны кварцевые зерна в криноидных известняках и в нижней части конкреционных известняков. Источником кварцевого материала служили, вероятно, геантиклинальные кряжи, ограничивающие с севера и юга геосинклинальный бассейн Пенинской цепи утесов.

В статье описаны две особенности поверхности кварцевых зерен, приобретаемые ими в процессе диагенеза известняка: кремнеземные пласти и полигональная кремнеземная сеточка. Кремнеземные пласти (табл. I, фиг. 8) представляют собой тонкие кремнеземные пластинки диаметром 10—20 микрон, прилегающие к поверхности зерна; строение полигональной кремнеземной сеточки показано на табл. I, фиг. 9. Обе структуры появились в результате осаждения на поверхности зерна безупорядоченного кремнезема. Не отмечено зависимости между степенью кристалличности кремнезема радиоляритов и характером диагенетического преобразования поверхности кварцевых зерен.

Зерна делятся на группы по величине и свойственным им чертам поверхности (фиг. 2). Комплексы отличительных черт поверхности для каждой группы показаны на фиг. 3.

Установлено четыре типа сред, в которых наступило равновесие между факторами данной среды и поверхностью кварцевых зерен:

- воздушная среда (группы, 6, 7);
- морская прибрежная среда с низкой степенью механического воздействия (группа 4 и возможно 5);
- водная среда со средней до высокой степени механического воздействия (группа 3);
- зона выветривания пород, содержащих зерна кварца (группы 1, 2, 8, 9).

Анализ поверхности кварцевых зерен позволил приблизительно реконструировать условия, преобладавшие на геантиклинальных кряжах, откуда в процессе разрушения поступали зерна кварца. В палеоморфологии эти кряжи выступают в виде цепи островов, сложенных слабодиагенезированными песчаниками. Наличие зерен с растрескавшимся кремнеземным покровом (табл. III, фиг. 19) служит признаком горячего климата с большими температурными колебаниями. Береговая зона была узкой и подвергалась сильному волновому воздействию. Склоны этих островков круто опускались в морскую глубину. Зерна, для которых характерны черты 4 и 5 групп, являются свидетельством существования „тихий” заливов.

Tomasz ZYDOROWICZ

QUARTZ GRAIN SURFACE FEATURES FROM JURASSIC LIMESTONES IN THE PIENINY KLIPPEN BELT**S u m m a r y**

The analysis covered samples from 10 localities in Polish part of the Pieniny Klippen Belt (Fig. 1). Generalized section of the studied rocks includes crinoid limestones: Smolegowa Limestone Formation – Middle – Upper Bajocian, Krupianka Limestone Formation – Upper Bajocian – Bathonian – Callovian?, nodular limestones: Czorsztyn Limestone Formation – Callovian – Kimmeridgian, Niedzica Limestone Formation – Upper Bajocian – Callovian, radiolarites: Czajakowa Radiolarite Formation – Oxfordian, and Calpionella Limestones: Korowa Limestone Member – Tithonian, Sobótka Limestone Member – Lower and Middle Tithonian. Quartz grains are especially numerous in crinoid limestones and lower part of nodular ones. Sources of quartz material are seen in hypothetical geanticlinal crests, delineating geosynclinal basin of the Pieniny Klippen Belt in the north and south.

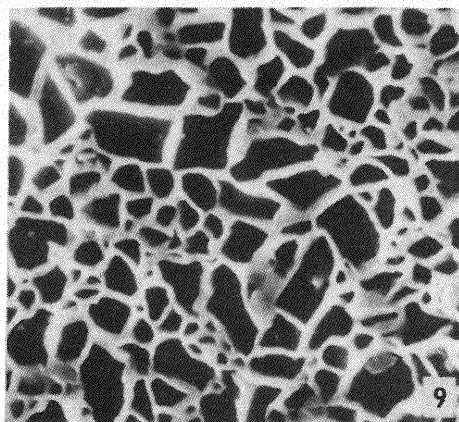
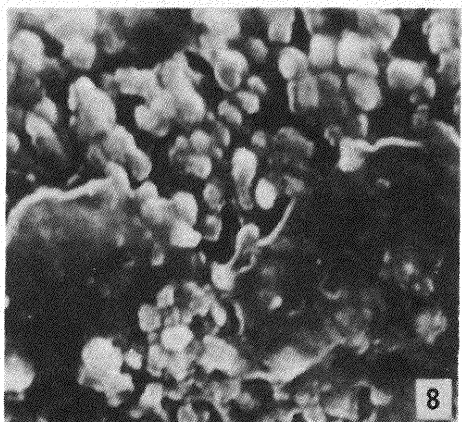
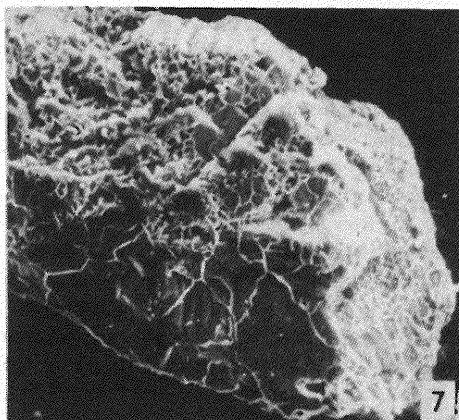
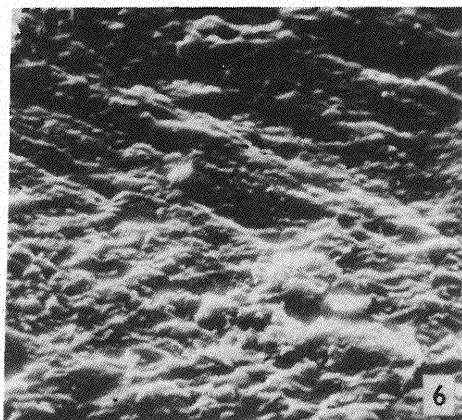
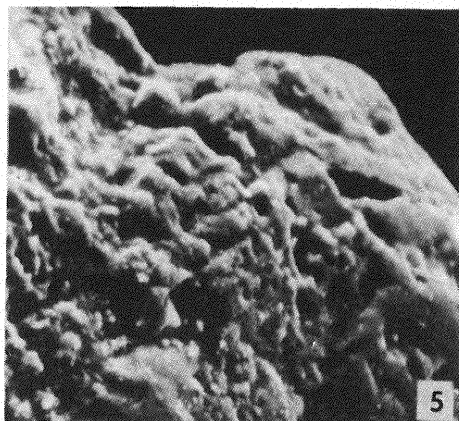
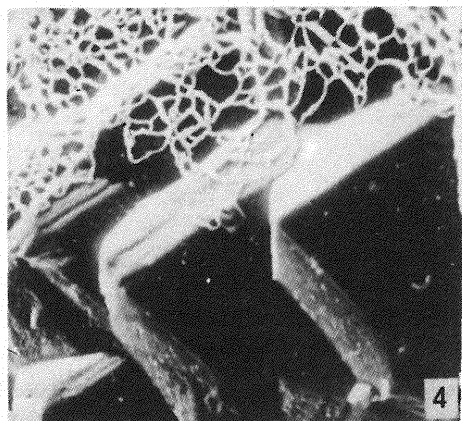
Two features of surface of quartz grains, originating in the course of diagenesis of limestones – silica plastering and polygonal siliceous network – are described in the paper. Silica plastering (Table I, Fig. 8) is represented by thin silica plates, about a dozen micrometers in diameter, set oblique to grain surface. Table I, Fig. 9 shows development of polygonal siliceous network. Both structures originated in result of precipitation of poorly ordered silica at grain surface. No correlation between the degree of crystallinity of silica in radiolarites and nature of diagenetic alterations of quartz grain surface was found.

The grains were subdivided into groups on the basis of differences in size and surface features (Fig. 2). Figure 3 shows surface features of grains from each group.

There were differentiated four environments in which an equilibrium between environmental agents and quartz grain surface has been established:

- eolian environment (groups 6, 7);
- marine, nearshore environment with low-energy of mechanic action (groups 4 and presumably 5);
- water environment with low to high energy of mechanic action (group 3);
- zone of weathering of rocks yielding quartz grains (groups 1, 2, 8 and 9).

The analysis of surface of quartz grains made possible preliminary reconstruction of conditions predominating in areas of geanticlinal crests, i.e. source areas of the grains. The ridges were marked in paleomorphology in the form of an arc of islands in part built of weakly diagenesed sandstones. Grains with cracks in siliceous cover (Table III, Fig. 19) indicate hot climate with high temperature oscillations. Coastal zone was narrow and characterized by high-energy waving. Slopes of the islands were very steeply dipping towards sea deeps. The presence of grains with features of the groups 4 and 5 evidences that „quiet” embayments were also present.



Tomasz ZYDOROWICZ – Cechy powierzchni ziarn kwarcu z jurajskich wapieni pienińskiego pasa skałkowego

TABLICA I

Fig. 4. Automorficzny kwarc na powierzchni ziarna kwarcu; w górnej części zdjęcia poligonalna siateczka krzemionkowa. Szaflary Wapiennik – wapień krynoidowy (formacja wapienia ze Smolegowej, jednostka czorsztyńska); pow. 300 ×

Quartz overgrowth at surface of quartz grain; polygonal siliceous network visible in upper part of the photo. Szaflary Wapiennik – crinoid limestone (Smolegowa Limestone Formation, Czorsztyn Unit); × 300

Fig. 5. Chemicznie skorodowana powierzchnia ziarna kwarcu. Czorsztyn Zamek – wapień krynoidowy (formacja wapienia z Krupianki, jednostka czorsztyńska); pow. 450 ×

Chemically corroded surface of quartz grain. Czorsztyn Zamek – crinoid limestone (Krupianka Limestone Formation, Czorsztyn Unit); × 450

Fig. 6. Równoległe prążkowanie. Szaflary Wapiennik – wapień krynoidowy (formacja wapienia ze Smolegowej, jednostka czorsztyńska); pow. 900 ×

Parallel striation. Szaflary Wapiennik – crinoid limestone (Smolegowa Limestone Formation, Czorsztyn Unit); × 900

Fig. 7. Płaska powierzchnia spękań; ziarno pokryte w dużej części poligonalną siateczką krzemionkową. Obłazowa – wapień krynoidowy (formacja wapienia z Krupianki, jednostka czorsztyńska); pow. 170 ×

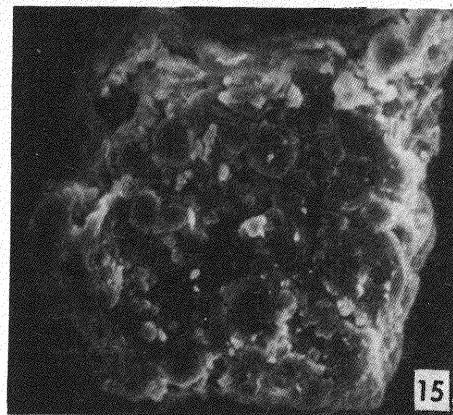
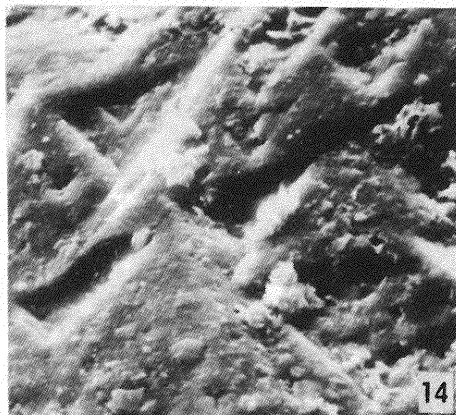
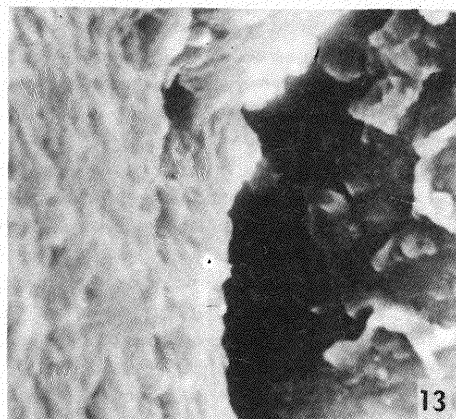
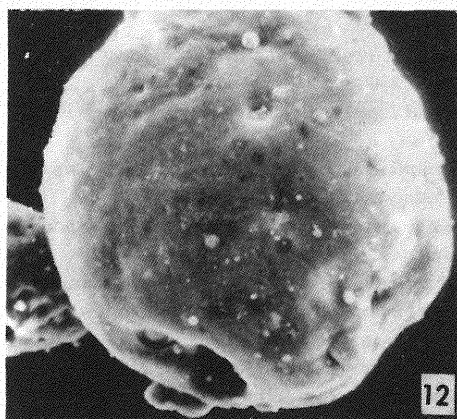
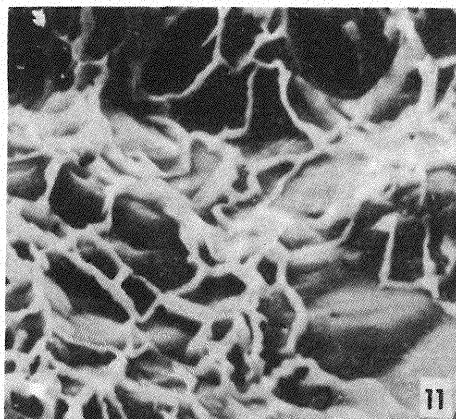
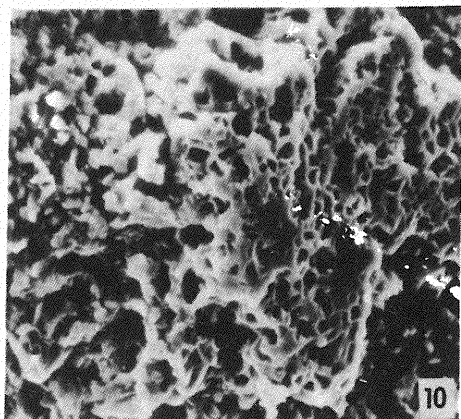
Flat surface of fractures; large part of grain surface covered with polygonal siliceous network. Obłazowa – crinoid limestone (Krupianka Limestone Formation, Czorsztyn Unit); × 170

Fig. 8. Plastry krzemionkowe na powierzchni chalcedonowej igły gąbki. Barcin (Kujawy) – wapień zsylikowany; pow. 800 ×

Silica plasterings at surface of chalcedony sponge spicule. Barcin (Kujawy) – silicified limestone; × 800

Fig. 9. Poligonalna siateczka krzemionkowa. Szaflary Wapiennik – wapień krynoidowy (formacja wapienia ze Smolegowej, jednostka czorsztyńska); pow. 1100 ×

Polygonal siliceous network. Szaflary Wapiennik – crinoid limestone (Smolegowa Limestone Formation, Czorsztyn Unit); × 1100



Tomasz ZYDOROWICZ – Cechy powierzchni ziarn kwarcu z jurajskich wapieni pienińskiego pasa skałkowego

TABLICA II

Fig. 10. Gruba powłoka krzemionkowa z zagłębieniami po kryształach kalcytu. Czertezik – wapień krynoidowy (formacja wapienia z Krupianki, jednostka czertezicka); pow. 550 ×

Thick siliceous cover with depression after calcite crystals. Czertezik – crinoid limestone (Krupianka Limestone Formation, Czertezik Unit); × 550

Fig. 11. Poligonalna siateczka krzemionkowa. Szaflary Wapiennik – wapień krynoidowy (formacja wapienia ze Smolegowej, jednostka czorsztyńska); pow. 800 ×

Polygonal siliceous network. Szaflary Wapiennik – crinoid limestone (Smolegowa Limestone Formation, Czorsztyń Unit); × 800

Fig. 12. Obłe zagłębienie i hemisferyczne skupienia krzemionki na powierzchni ziarna. Czajakowa Skała – wapień bulasty (formacja wapienia niedzickiego, jednostka niedzicka); pow. 200 ×

Dish-shaped concavities and hemispherical silica globules at grain surface. Czajakowa Skała – nodular limestone (Niedzica Limestone Formation, Niedzica Unit); × 200

Fig. 13. Dwa sąsiadujące ziarna ze skorupki otwornicy aglutynującej: powierzchnia lewego ziarna silnie postrzępiona, na prawym ziarnie poligonalna siateczka krzemionkowa. Szaflary Wapiennik – wapień krynoidowy (formacja wapienia ze Smolegowej, jednostka czorsztyńska); pow. 3000 ×

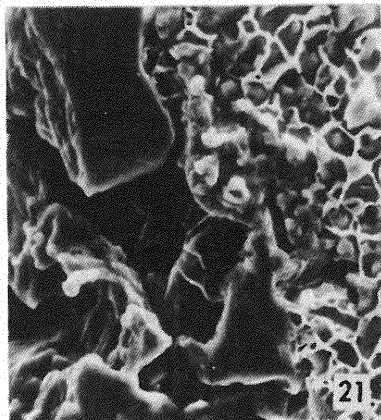
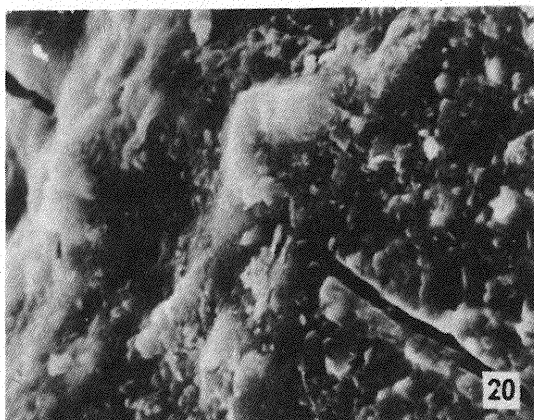
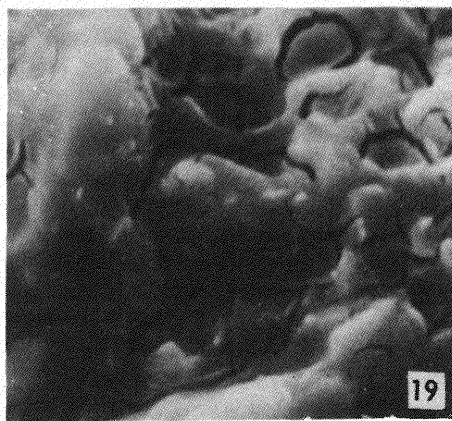
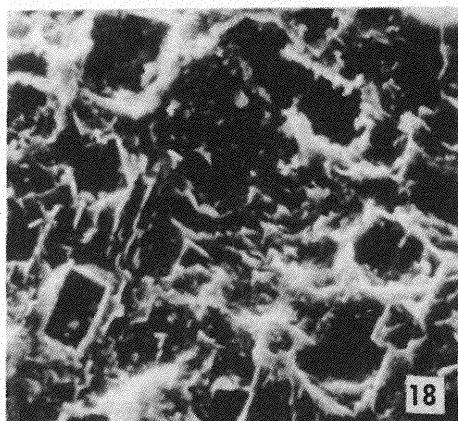
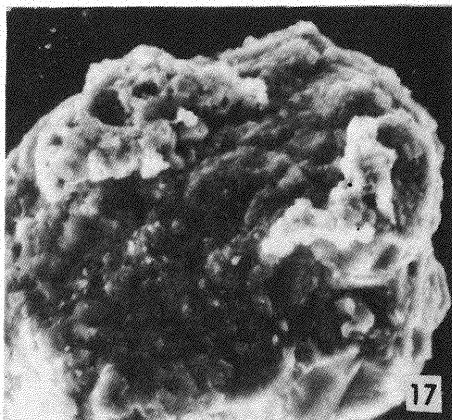
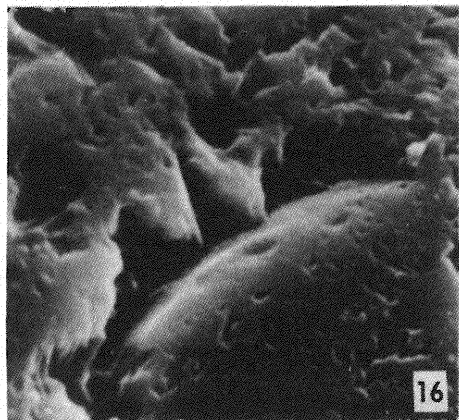
Two neighbouring grains of agglutinated foraminifer test: one (left) with strongly upturned plates and another (right) with polygonal siliceous network. Szaflary Wapiennik – crinoid limestone (Smolegowa Limestone Formation, Czorsztyń Unit); × 3000

Fig. 14. Trójkątne figury trawienia. Szaflary Wapiennik – wapień krynoidowy (formacja wapienia ze Smolegowej, jednostka czorsztyńska); pow. 700 ×

Chemical V's. Szaflary Wapiennik – crinoid limestone (Smolegowa Limestone Formation, Czorsztyń Unit); × 700

Fig. 15. Owalne płytki krzemionkowe na powierzchni ziarna. Stare Bystre – wapień bulasty (formacja wapienia czorsztyńskiego, jednostka braniska); pow. 350 ×

Ovate silica plates at grain surface. Stare Bystre – nodular limestone (Czorsztyń Limestone Formation, Branisko Unit); × 350



Tomasz ZYDOROWICZ – Cechy powierzchni ziarn kwarcu z jurajskich wapieni pienińskiego pasa skałkowego

TABLICA III

Fig. 16. V-kształtne zagłębienia i bruzdy. Czertezik – wapień krynowidowy (formacja wapienia z Krupianki, jednostka czertezicka); pow. 2500 ×

V-shaped depressions and grooves. Czertezik – crinoid limestone (Krupianka Limestone Formation, Czertezik Unit); × 2500

Fig. 17. Nieregularna powłoka krzemionkowa na ziarnie kwarcu. Czajakowa Skała – wapień bulasty (formacja wapienia niedzickiego, jednostka niedzicka); pow. 450 ×

Irregular siliceous cover at grain surface. Czajakowa Skała – nodular limestone (Niedzica Limestone Formation, Niedzica Unit); × 450

Fig. 18. Odciski sześciennych kryształów (halit bądź piryt) w krzemionkowej powłoce. Czertezik – wapień bulasty (formacja wapienia czorsztyńskiego, jednostka czertezicka); pow. 600 ×

Imprints of hexagonal crystals (halite or pyrite) in siliceous cover. Czertezik – nodular limestone (Czorsztyń Limestone Formation, Czertezik Unit); × 600

Fig. 19. Spękania w powłoce krzemionkowej. Czorsztyń Zamek – wapień bulasty (formacja wapienia czorsztyńskiego, jednostka czorsztyńska); pow. 3000 ×

Fractures in siliceous cover. Czorsztyń Zamek – nodular limestone (Czorsztyń Limestone Formation, Czorsztyń Unit); × 3000

Fig. 20. Pęknięte ziarno spojone krzemionką. Czertezik – wapień bulasty (formacja wapienia czorsztyńskiego, jednostka czertezicka); pow. 1700 ×

Fractured grain healed with silica. Czertezik – nodular limestone (Czorsztyń Limestone Formation, Czertezik Unit); × 1700

Fig. 21. Głębokie zagłębienia korozyjne (najprawdopodobniej wzdłuż ukrytych powierzchni spękań); z prawej strony poligonalna siateczka krzemionkowa. Szaflary Wapiennik – wapień krynowidowy (formacja wapienia ze Smolegowej, jednostka czorsztyńska); pow. 500 ×

Deep corrosional depressions (presumably following obscured fracture surfaces); polygonal siliceous network in the right. Szaflary Wapiennik – crinoid limestone (Smolegowa Limestone Formation, Czorsztyń Unit); × 500