

Bronisław SZYMAŃSKI

Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego

WSTĘP

Zakrojone na szeroką skalę prace wiertnicze prowadzone w latach 1960—1972 na obszarze wschodniej części obniżenia perybałtyckiego dostarczyły bogatego materiału rdzeniowego, którego sukcesywne opracowanie wniosło szereg nowych faktów wzbogacających znajomość litologii, stratygrafii i paleogeografii pokrywy osadowej. Za szczególnie istotne wśród nich uznać należy dane dotyczące kompleksu utworów kambryjskich, których drobiazgowo studium umożliwiło identyfikację dotychczas nieznanych na tym obszarze osadów udokumentowanego paleontologicznie kambru górnego (B. Szymański, praca w druku).

In situ utwory kambru górnego stwierdzono dotychczas w profilach następujących otworów wiertniczych: Pasłek IG-1, Olsztyn IG-2, Żelazna Góra 1, Dębowiec Warmiński 2, Dębowiec Warmiński 3, Gładysze 2, Henrykowo 1, Młynary 1 i Młynary 3¹.

Redeponowane skały górnokambryjskie — głównie drobne fragmenty i otoczaki wapieni — zostały w latach ostatnich stwierdzone również na złożu wtórnym. Znaleźiska ich zidentyfikowano wśród materiału okrucowego zlepieńców podstawowych tremadoku (otw. Pieszkowo 1, Zaręby 1, Zaręby 2, Głądy 1, Głądy 3, Dębowiec Warmiński 2) i arenigu dolnego (otw. Żelazna Góra 3, Głębock 1, Bartoszyce IG-1, Młynary 1).

Zespół skalny kambru górnego obniżenia perybałtyckiego wyrażony jest przez naturalnie trójdzielny pakiet skał klastyczno-węglanowych, którego dolną część tworzą wapniste piaskowce kwarcowe; część środkową — piaskowce kwarcowe przewarstwione wkładkami wapieni; natomiast część górną, tj. węglanową — wapienie piaszczyste i wapienie krystaliczne. Jednolicie wykształcony pakiet piaskowcowo-węglanowy kambru

¹ W profilu otworu Młynary 3 interwał występowania utworów kambru górnego przebito bezrdzeniowo, opierając ich identyfikację wyłącznie na podstawie próbek okrucowych i interpretacji wykresów karotażu geofizycznego (J. Stolarczyk, 1973).

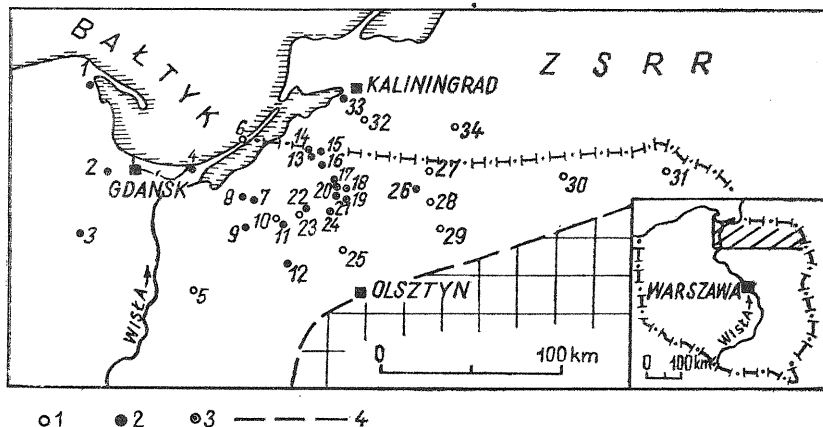


Fig. 1. Szkic sytuacyjny omawianych otworów wiertniczych

Location map of boreholes

- 1 — otwory wiertnicze; 2 — otwory wiertnicze, w których stwierdzono *in situ* osady kambru górnego; 3 — otwory wiertnicze, w których stwierdzono skały kambru górnego na złożu wtórnym; 4 — zasięg osadów kambru dolnego; nazwy otworów wiertniczych: 1 — Darżlubie IG-1; 2 — Niestępowo 1; 3 — Kościerzyna IG-1; 4 — Gdańsk IG-1; 5 — Prabuty IG-1; 6 — Krynica Morska 2; 7 — Młynary 1; 8 — Młynary 3; 9 — Pasiek IG-1; 10 — Gładysze 1; 11 — Gładysze 2; 12 — Olsztyn IG-2; 13 — Żelazna Góra 1; 14 — Żelazna Góra 3; 15 — Głębock 1; 16 — Dębowiec Warmiński 2; 17 — Dębowiec Warmiński 3; 18 — Zaręby 2; 19 — Pieszkowo 1; 20 — Głady 1; 21 — Głady 3; 22 — Henrykowo 1; 23 — Henrykowo 5; 24 — Zaręby 1; 26 — Dobre Miasto 1; 26 — Bartoszyce IG-1; 27 — Sępopół 1; 28 — Ketrzyn IG-1; 29 — Klewno 1; 30 — Gołdap IG-1; 31 — Jezioro Okrągłe 1; 32 — Niwiński; 33 — Ładuszkino 1; 34 — Prawdińsk
- 1 — boreholes; 2 — boreholes penetrating Upper Cambrian rocks occurring *in situ*; 3 — boreholes penetrating redeposited Upper Cambrian deposits; 4 — extent of Lower Cambrian; 1—34 — names of the borehole

górnego reprezentuje sobą samodzielny, transgresywny cykl sedymentacyjny (B. Szymański, 1974).

W przekroju regionalnym pokrywa utworów kambru górnego ułożona jest dyskordantnie na kompleksie piaskowcowo-mułowcowym kambru środkowego, z którym graniczy wzdłuż nierównej, erozyjnie ukształtowanej powierzchni. W stropie skały wieku górnokambryjskiego przykryte są przez transgresywnie rozwinięte utwory zlepieńcowe tremadoku dolnego (pakerort) bądź przez takiegoż charakteru zlepieńce glaukonitowe arenigu dolnego (latorp).

W artykule podano rezultaty obserwacji litologicznych i badań petrograficznych skał kambru górnego oraz omówiono ich sekwencję i skład mineralny.

Za podstawę opracowania posłużyły materiały rdzeniowe z otworów wiertniczych wykonanych przez Instytut Geologiczny (Zakład Geologii Struktur Wglębnych Niżu) oraz Zjednoczenie Górnictwa Naftowego (PPN-Wołomin).

W poczuciu wdzięczności pragnę wyrazić podziękowanie Dyrekcji i Geologom Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych w Wołominie, zwłaszcza mgrowi F. Stolarczykowi, którego uprzejmości zawdzięczam liczne informacje oraz udostępnienie próbek rdzeniowych.

Prof. dr J. Znosce i dr inż. S. Kubickiemu dziękuję uprzejmie za przejrzenie rękopisu i wyrażone uwagi krytyczne.

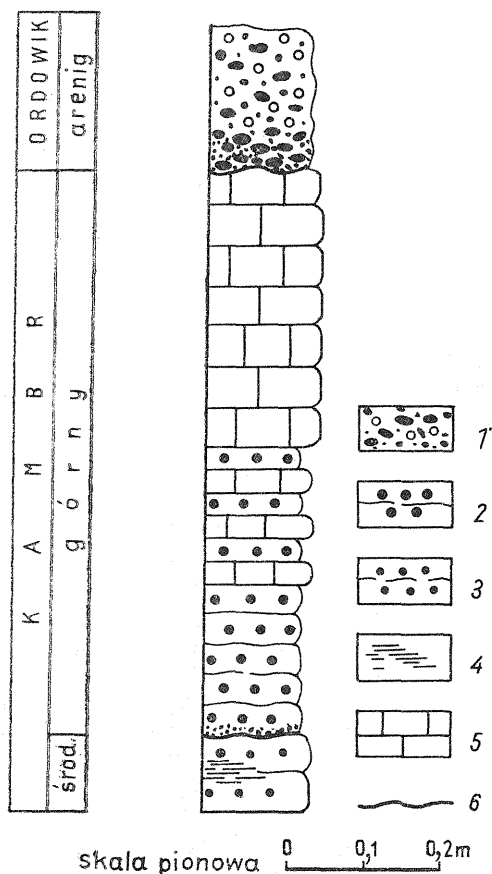


Fig. 2. Syntetyczny profil litologiczny kambru górnego wschodniej części obniżenia perybaltyckiego

Synthetic lithological profile of the Upper Cambrian of eastern part of the Peribaltic Depression

1 — zlepienie glaukonitowe; 2 — piaskowce różno- i średnioziarniste; 3 — piaskowce drobnoziarniste; 4 — ilowce i ilolupki; 5 — wapień krystaliczne i wapień piaszczyste; 6 — powierzchnie rozmyć

1 — glauconitic conglomerates; 2 — various- and medium-grained sandstones; 3 — fine-grained sandstones; 4 — claystones and clay-slates; 5 — crystalline and sandy limestones; 6 — erosional surfaces

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA SKAŁ

Zespół skalny kambru górnego wschodniej części obniżenia perybaltyckiego jest wyrażony przez skały dwu następujących litofacji: litofacji piaskowcowej, na którą składają się oligomiktyczne, średnio- i różnoziarniste wapniste piaskowce kwarcowe oraz litofacji węglanowej, którą reprezentują wapień piaszczyste i wapień krystaliczne. W profilach sekwencja obu typów skalnych ma stały regionalnie charakter.

Mięszość pakietu skał piaskowcowo-węglanowych kambru górnego wynosi 0,7—1,1 m.

PIASKOWCE

Skały piaskowcowe kambru górnego tworzą jednolicie wykształcony pakiet skalny, którego skład mineralny jest słabo zróżnicowany, monotonny. Stopień obtoczenia składników materiału detrytycznego piaskow-

ców bywa dobry lub bardzo dobry, natomiast wysortowanie ich ziarn jest najczęściej złe.

Tekstura i struktura. Tekstura piaskowców jest bezładna zbita (tabl. I, fig. 4, 5; tabl. II, fig. 6, 7), czasem w pewnych partiach niewyraźnie poziomo warstwowana bądź zupełnie wyjątkowo miejscami konkrecyjna (piaskowce różnoziarniste). Struktura skały powszechnie bywa psammitowa — średnio- (tabl. II, fig. 6, 7) i różnoziarnista (tabl. I, fig. 4, 5).

Skład mineralny. Skała składa się głównie z ziarn detrytycznego kwarcu, węglanów, ziarn i okruchów fosforanów oraz substancji ilastej i skupień zrekrystalizowanej krzemionki. W ilościach podrzędnych w piaskowcach występuje glaukonit, piryt, skalenie, detrytus skorupki ramienionogów, otoczki i okruchy skał oraz drobne blaszki muskowitu i minerały wtórne — fosforany, wodorotlenki i tlenki żelaza oraz syderyt. Skład mineralny skały uzupełniają minerały ciężkie.

K w a r c. Jest to zasadniczy składnik mineralny materiału klastycznego skał piaskowcowych. Ilość kwarcu bywa w skale zmienna i waha się od 50 do 70% objętości, najczęściej wynosi około 60%.

Kwarc rozmieszczony jest w skale z reguły bezładnie (tabl. II, fig. 6, 7); czasem — zwłaszcza w piaskowcach różnoziarnistych — tworzy niewielkie nagromadzenia, które są wykształcone w postaci cienkich smug bądź bezładnie ułożonych, słabo wyodrębnionych skupień. Zarys większości nagromadzeń kwarcu jest zwykle nieregularny i nieostry. Ziarna kwarcu są doskonale przejrzyste i odznaczają się makroskopowo brakiem zabarwienia. Zarówno w skałach różno-, jak i średnioziarnistych są one wypolerowane i przeważnie mają powierzchnie błyszczące i gładkie. Sporadycznie ziarna kwarcu faliście lub smugowo wygaszają światło, a nieliczne z nich wykazują niekiedy obecność nieprawidłowych spękań. Ziarna kwarcu są zazwyczaj dobrze obtoczone, najczęściej o kształtach zaokrąglonych, izometrycznych, rzadziej owalnych lub elipsoidalnych (tabl. II, fig. 6, 7). Ziarna ostrokrawędziste o pokroju nieregularnym bądź graniastym — słabo lub częściowo tylko obtoczone — należą do nielicznych. Zwykle zwiększoną ich ilość stwierdza się w dolnej, przyspagowej części pakietu, tj. głównie w różnoziarnistej odmianie skał piaskowcowych. Stopień wysortowania kwarcu w piaskowcach średnioziarnistych jest zwykle dobry, natomiast w różnoziarnistych — niejednolity, nierzadko partiami zły.

W kwarcu zawarte są często submikroskopowe inkluzje i wrostki mineralne, wśród których zidentyfikowano cyrkon, muskowit, biotyt, kalcyt, turmalin oraz apatyt i minerały nieprzezroczyste (magnetyt?, ilmenit?). Sposób rozmieszczenia inkluzji i wrostków mineralnych najczęściej bywa bezładny, czasem kierunkowo uporządkowany — łańcuskowy lub szeregowy.

W partiach piaskowców intensywnie zrekrystalizowanych kwarc jest często wtórnie skorodowany i zawiera w zniszczonych częściach peryferycznych ziarn drobne skupienia kryptokrystalicznych agregatów kalcytu, których nagromadzenia są niejednokrotnie na tyle obfite, że łączą się one ze sobą wzajemnie, tworząc wyraźnie wyodrębnione, cienkie otoczki reakcyjne (tabl. II, fig. 6, 7). Ich kontury wzdłuż linii kontaktu z kwarcem są zazwyczaj nieregularne, nierzadko „rozzarte” bądź miejscami po-

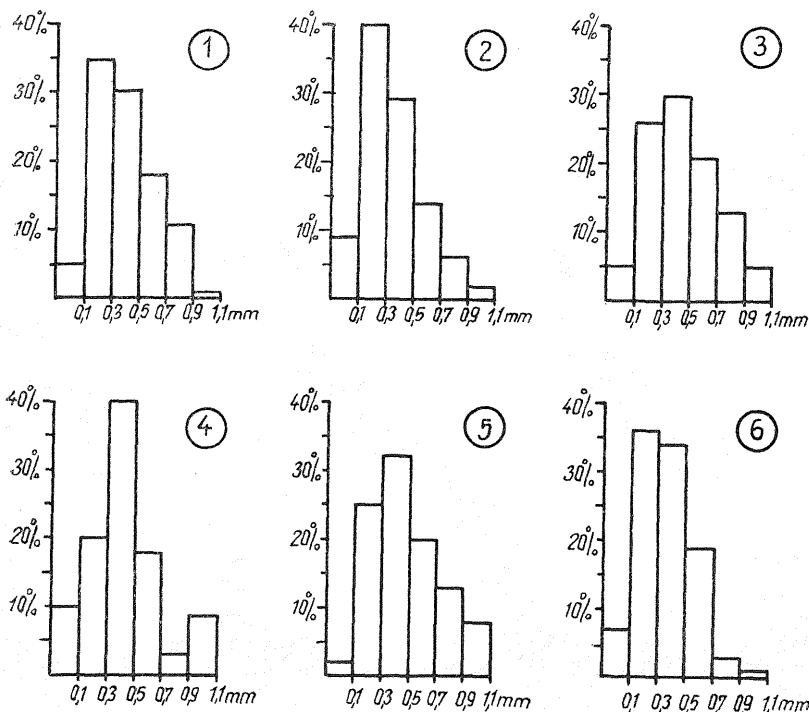


Fig. 3. Histogramy uziarnienia kwarcu piaskowców średnioziarnistych kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego

Histograms of granulation of quartz of medium-grained sandstones of the Upper Cambrian of the eastern part of the Peribaltic Depression

Nazwy otworów i głębokości: 1 — Gładysze 2, ok. 2561,6 m; 2 — Gładysze 2, ok. 2561,5 m; 3 — Żelazna Góra 1, ok. 2673,2 m; 4 — Żelazna Góra 1, ok. 2673,3 m; 5 — Dębowiec Warmiński 2, ok. 2581,8 m; 6 — Pasiek IG-1, ok. 2739,5 m
1-6 — names of the boreholes and depth

strzępione i nieostre. Grubość węglanowych otoczek reakcyjnych jest nieznaczna i wynosi od 0,01 do 0,03 mm. Zupełnie wyjątkowo wokół ziarn kwarcu stwierdza się także cienkie obwódki regeneracyjne lub częściej ich niewielkie fragmenty.

Wielkość ziarn kwarcu jest zróżnicowana i waha się od 0,02 do 1,6 mm, najczęściej wynosi 0,2—0,7 mm. Skład granulometryczny detrytycznego kwarcu skał piaskowcowych średnioziarnistych prezentują histogramy uziarnienia zamieszczone na fig. 3.

Okruchy skał. W skałach pakietu piaskowcowego okrucowy materiał skalny występuje niezbyt obficie. Zwykle skupia się on głównie w dolnej części pakietu, w której jest nagromadzony jako pojedyncze, drobne okrucy, otoczki i ziarna. Sposób przestrzennego ich rozmieszczenia w skale bywa nieuporządkowany; przeważnie tkwią one luźno w masie spoiwa, nie stykając się ze sobą. Zawartość materiału okrucowego w piaskowcach jest nieznaczna i zmienna, najczęściej waha się od 0 do 10%, a przeciętnie wynosi około 4% objętości skały. Skład litologiczny okrucowego materiału skał piaskowcowych jest słabo urozmaicony, monotony.

W materiale okruchowym piaskowców reprezentowane są głównie skały klastyczne pochodzenia osadowego, wśród których zidentyfikowano: piaskowce kwarcowe drobno- i średnioziarniste o skąym stykowym spoiwie ilastym bądź ilasto-fosforanowym, piaskowce kwarcowe drobnoziarniste, jasnoszare o spoiwie regeneracyjnym, mułowce ilasto-fosforanowe (tabl. I, fig. 5), mułowce z glaukonitem, okruchy ciemnobrunatnych afanitowych skał fosforanowych z pelitem kwarcowym i niskodwójłomną substancją ilastą oraz ciemnoszare skały ilaste typu łożców i łożupków, których stałym składnikiem mineralnym jest muskowit oraz piryty.

Materiał okruchowy skał jest zwykle niewysortowany i obtoczony nierównomiernie, najczęściej o pokroju owalnym (mułowce, piaskowce kwarcowe), czasem wydłużonym (fosforyty, łożupki) bądź graniastym (piaskowce kwarcowe).

Zarówno w otoczkach, jak i okruchach skał często występują epigenetyczne impregnacje mineralne, na które składają się wodorotlenki i tlenki żelaza, piryty, bezpostaciowe fosforany (kolofan) oraz kryptokrystaliczne węglany — głównie kalcyt. W postaci typowej tworzą one nieprawidłowych kształtów skupienia, smugi lub drobne gniazda i pseudomorfozy o konturach przeważnie rozmazanych i nieostrych. Znaczna część otoczek i okruchów posiada także cienkie powłoki żelaziste bądź żelazisto-ilaste, które często nadają ich powierzchniom wygląd błyszczący i gładki.

Wielkość otoczek i okruchów skał w piaskowcach średnio- i różnoziarnistych jest zmienna i waha się od 0,2 do 1,5 cm, najczęściej wynosi 0,5—5,0 mm.

Skład petrograficzny otoczek i okruchów materiału skalnego oraz sposób ich wykształcenia wskazują, iż w większości pochodzą one z niżej leżącego kompleksu skał piaskowcowo-mułowcowo-ilastych kambru środkowego².

Fosforany są pospolitym, choć występującym zwykle w zmienionych ilościach składnikiem mineralnym piaskowców. Zarówno w ich odmianie różno-, jak i średnioziarnistej tworzą one najczęściej drobne, izotropowe skupienia, których większość jest niejednorodna optycznie i częściowo zrekrytalizowana. W postaci typowej skupienia fosforanów powszechnie odznaczają się kształtem nieregularnym; ich granice natomiast są nierówne, często zatokowo rozczłonkowane, postrzępione i nieostre. Barwa fosforanów jest niejednolita i zmienna, najczęściej jasnobrunatna i żółtooliwkowa, niekiedy brunatna lub ciemnobrunatna z niewyraźnymi, plamiście występującymi tu i ówdzie partiami rozjaśnionymi lub przyciemnionymi. Sporadycznie fosforany pozbawione są całkowicie zabarwienia bądź zdradzają jedynie niezbyt intensywny, słomkowy odcień. Części peryferyczne wielu skupień fosforanowych są niejednokrotnie wtórnie zmienione, lekko rozjaśnione, wyblakłe. W fosforanach i ich skupieniach powszechnie występują niejednorodne optycznie, brunatne

² Co się tyczy pochodzenia fragmentów skał fosforanowych, to w niżej leżącym kompleksie utworów kambru środkowego dotychczas nie stwierdzono *in situ* wystąpień ich odpowiedników litologicznych (K. Lendzion, 1970; W. Bednarczyk, 1972; W. Rydzewska, 1974). Zostały one zatem zaczerpnięte bądź to z serii skalnych zniszczonych przed lub w trakcie transgresji górnokambryjskiej, bądź też pochodzą z obszarów alimentacyjnych położonych poza dzisiejszymi granicami polskiej części obniżenia perybałtyckiego.

wodorotlenki i tlenki żelaza, mozaikowo zrekrystalizowana krzemionka oraz siarczki żelaza (piryt, markasyt?), które tworzą drobne, bezładnie rozsiane wydzielania i konkrecyjne skupienia. Ich średnica jest nieznaczna i wynosi od 0,01 do 0,05 mm.

Sposób rozmieszczenia fosforanów w piaskowcach bywa na ogół nieuporządkowany, choć nierzadko zdarza się, że tworzą one obfitsze, słabo wyeksponowane nagromadzenia. Są one umiejscowione głównie w sąsiedztwie skupień substancji ilastej (otw. Dębowiec Warمیński 2) oraz w miejscach liczniejszego występowania detrytusu skorupki ramienionogów (otw. Gładysze 2). Zawartość fosforanów w piaskowcach różno- i średnioziarnistych jest niestała i waha się w szerokich granicach, średnio nie przekracza około 5% objętości skały.

W określonych partiach skał piaskowcowych fosforany wypierają często kalcyt i glaukonit, a nierzadko tworzą także drobne, nieregularne pseudomorfozy i epigenetycznego charakteru wydzielania w obrębie okrucichów i otoczków skał. Czasem nierównomiernie infiltrują one i przepają nagromadzenia substancji ilastej, powodując niejednolite jej zbrunatnienie i słabą reakcję na światło spolaryzowane.

Ze sposobu rozmieszczenia fosforanów w skale oraz konkrecyjnego najczęściej pokroju ich skupień wynika, że jest to w większości minerał autigeniczny.

Wielkość skupień i wydzieleni fosforanów w piaskowcach różno- i średnioziarnistych jest silnie zróżnicowana i waha się od 0,01 do 0,45 mm.

Glaukonit. Zarówno w piaskowcach różno- jak i średnioziarnistych glaukonit jest minerałem pospolitym. Zwykle bywa on nagromadzony niezbyt licznie i przeważnie występuje w skale jako pojedyncze, bezładnie rozsiane ziarna. Ich obfitsze koncentracje należą do rzadkości i związane są głównie z nagromadzeniami substancji ilastej. Zawartość glaukonitu w piaskowcach jest zmienna, przeciętnie wynosi około 2% objętości skały, a niekiedy brak go partiami zupełnie (otw. Młynary 1).

W wykształceniu typowym glaukonit tworzy w skale najczęściej drobne, niejednorodne optycznie agregatowe skupienia i ziarna, które w masie spoiwa są ułożone bezładnie i luźno. Ich zarys jest przeważnie owalny lub zaokrąglony, izometryczny, często jednak nieregularny, rozczłonkowany i mniej lub bardziej postrzępiony. Czasem przy tym zdarza się, że granice glaukonitu są nieostre i rozmazane. Barwa ziarn i skupień glaukonitu jest zwykle niejednolita i zmienna, najczęściej jasnozielona lub bladezielona z podrzędnie występującym odcieniem żółtawym. W częściach peryferycznych ziarn glaukonit bywa często wtórnie zmieniony, kryptokrystaliczny i w różnym stopniu zbrunatniały bądź wyblakły — pożółkły. Sporadycznie występuje on w tych partiach także w formie drobnych, niewyraźnie wyodrębnionych skupień o pokroju drobnołuseczkowym. W glaukonicie zawarte są często nieregularne, bezładnie rozsiane gruzełkowe skupienia siarczków żelaza, których średnica waha się od 0,01 do 0,03 mm.

Zarówno w piaskowcach różno- jak i średnioziarnistych wokół części ziarn i skupień glaukonitu nierzadko występują wtórne nagromadzenia bezpostaciowych fosforanów bądź takiegoż pochodzenia ciemnobrunatnych wodorotlenków i tlenków żelaza. Ich znaczniejsze koncentracje są niekiedy wykształcone w postaci cienkich i słabo przeświecających ob-

wódek mineralnych. Sporadycznie glaukonit jest wypierany — głównie w częściach peryferycznych ziarn — przez kalcyt, izotropowe fosforany oraz wodorotlenki i tlenki żelaza.

W określonych partiach skał piaszkowcowych akcesoryczne ilości glaukonitu są czasem także umiejscowione jako wtórne, niewielkich rozmiarów wydzielenia w obrębie okruców skorupki ramienionogów, w skupieniach fosforanów oraz w zagłębieniach i mikroszczelinach kwarcu.

Wielkość agregatowych ziarn i skupień glaukonitu jest zróżnicowana i waha się w granicach 0,05—0,3 mm.

Węglany wraz z substancją ilastą są zasadniczym składnikiem mineralnym spoiwa właściwego skał piaszkowcowych. Zwykle składają się one głównie z czystego kalcytu, któremu tu i ówdzie towarzyszy w niewielkich ilościach dolomit. Jako minerał akcesoryczny węglany zawierają także wtórny syderyt, tworzący miejscami drobne skupienia (otw. Gładysze 2) bądź tektoepigenetyczne impregnacje (otw. Dębowiec Warmiński 2). W sposobie przestrzennego ułożenia węglanów w skale brak wyraźnego zróżnicowania; przeważnie wypełniają one równomiernie intergranularne przestrzenie tła składników klastycznych (tabl. I, fig. 4, 5; tabl. II, fig. 6, 7), a wyjątkowo tylko występują — głównie dolomit — jako obfitsze, słabo wyeksponowane konkrecyjne lub gruzłowe nagromadzenia. Ilość węglanów w piaszkowcach różno- i średnioziarnistych jest zmienna i najczęściej wynosi od 30 do 40% objętości skały, a średnio nie przekracza około 35%.

Kalcyt w skałach piaszkowcowych tworzy przeważnie monomineralne, średnio- lub drobnokrystaliczne, nieregularne, mozaikowe agregaty, które są zbudowane z wzajemnie pozazębionych, najczęściej izometrycznych ziarn i monokryształów. Ich pokrój jest zwykle nieregularny — kseno- bądź hipautomorficzny. Ziarna i kryształy typowo wykształconego kalcytu nie zdradzają zabarwienia; makroskopowo są doskonale przejrzyste i często ujawniają wyraźną romboedryczną łupliwość. Czasem stwierdza się w nich wielokrotne zbliźniczenia, których płaszczyzny zrostu w świetle spolaryzowanym są odwzorowane siecią regularnych, polisyntetycznych prążków bliźniaczych. W określonych partiach skały kalcyt nierazko zawiera domieszki drobnodispersyjnych zanieczyszczeń ilastych, których koncentracje tworzą niejednokrotnie słabo wyeksponowane plamiste bądź smużyste zmętnienia. Wielkość ziarn i kryształów kalcytu waha się w granicach 0,1—0,7 mm.

W skałach piaszkowcowych dolomit jest przeważnie wykształcony jako drobne, pozazębiane kryształy i ziarna o regularnym, romboedrycznym pokroju. Zwykle tworzą one przetkane kalcytem, nieprawidłowego kształtu, agregatowe nagromadzenia bądź wtórne, nieostro zarysowane impregnacje. W przestrzennym ich rozmieszczeniu brak wyraźnego uporządkowania i najczęściej grupują się one głównie w dolnej, przyspagowej partii skał piaszkowcowych. Czasem wystąpienia dolomitu są przywiązane również do stref spękań, w sąsiedztwie których tworzą nierazko znaczniejsze koncentracje (otw. Dębowiec Warmiński 2). Zarówno w skałach różno- jak i średnioziarnistych dolomit często wypiera kalcyt i niejednokrotnie tworzy po nim drobne pseudomorfozy. Średnica ziarn i kryształów dolomitu waha się od 0,05 do 0,25 mm.

Składniki pozostałe. Skład mineralny piaszkowców różno-

i średnioziarnistych jest uzupełniony przez niezbyt liczne, najczęściej pojedyncze, dobrze obtoczone, spękane i intensywnie zwietrzałe ziarna skaleni³ o średnicy 0,15—0,4 mm, pospolity i niejednokrotnie obficie miejscami nagromadzony piryt, tworzący nieregularne, ksenomorficzne skupienia o średnicy 0,01—0,3 mm (tabl. II, fig. 6, 7), oraz agregatowe najczęściej nagromadzenia niejednorodnych optycznie, drobnolusieczkowych lub submikroskopowych, niskodwójłomnych i słabo partiami reagujących na światło spolaryzowane minerałów ilastych, wśród których występuje głównie illit, bladozielony chloryt i serycyt. Skała zawiera nadto niezbyt obficie miejscami nagromadzone drobno pokruszone i często wtórnym zmienione, spękane, jasnobrunatne i bezbarwne okruchy i fragmenty fosforanowo-chitynowych skorupki ramienionogów z zachowaną częściowo pierwotną strukturą organiczną (tabl. II, fig. 6, 7), nieregularne drobne skupienia mozaikowo zrekrystalizowanej krzemionki, następnie nieliczne drobne łuseczki i blaszki muskowitu, wrzescie pospolite, choć nagromadzone w ilościach akcesorycznych, niejednorodne optycznie ciemno- i jasnobrunatne skupienia wodorotlenków i tlenków żelaza (tabl. II, fig. 6). Sporadycznie w skałach piaskowcowych występują także niewielkie, dobrze obtoczone ziarna i okruchy detrytycznych, izotropowych, ciemnobrunatnych fosforanów o średnicy do 0,3 mm (tabl. I, fig. 5) oraz strzępy słabo przeświecającej lub nieprzezroczystej, nierównomiernie i bezładnie rozmieszczonej substancji bitumicznie-węglistej, która tworzy miejscami znaczniejsze koncentracje (otw. Młynary 1). Z grupy minerałów ciężkich w piaskowcach różno- i średnioziarnistych stwierdzono występowanie cyrkonu, ciemnozielonego i niebieskiego turmalinu, rutylu, apatyty oraz magnetytu i ilmenitu (?).

Spoivo w skał piaskowcowych różno- i średnioziarnistych jest obfite i rozmieszczone w sposób na ogół równomierny; przeważa spoivo typu bazalnego bądź bazalno-wypełniającego, podrzędnie ma ono charakter konkrecyjno-gruzłowy (piaskowce różnoziarniste). Spoivo skał piaskowcowych jest przeważnie węglanowe, partiami węglanowo-ilaste bądź zupełnie wyjątkowo ilasto-węglanowe i z nagromadzeniami fosforanów.

WAPIENIE

Skały węglanowe⁴ kambru górnego tworzą naturalnie wyodrębniony pakiet skalny, który jest wyrażony w części dolnej przez szare wapienie piaszczyste, w górnej natomiast — przez szare i jasnoszare wapienie kryształiczne. Są to skały silnie zdiagenezowane, zwięzłe, twarde, o nieregularnym, nierównym przełamie. Ich skład mineralny oraz sposób wykształcenia jest słabo urozmaicony, monotony.

Tekstura i struktura. Makrotekstura wapieni piaszczystych

³ W skałach piaskowcowych z otworu wiertniczego Pasłek IG-1 stwierdzono występowanie wokół niektórych ziarn skaleni także cienkich otoczek wodorotlenków żelaza (W. Kieźel, 1973).

⁴ W polskim piśmiennictwie geologicznym pierwszą wzmiankę o skałach węglanowych kambru wschodniej części obniżenia perybałtyckiego zawiera publikacja Z. Modlińskiego i B. Szymańskiego z 1972 r., w której zamieszczono informację o występowaniu tych skał zarówno na złożu wtórnym, tj. w zlepieńcach podstawowych tremadoku dolnego (pakerort), jak również *in situ* w profilach otworów wiertniczych Pasłek IG-1 i Olsztyn IG-2 (Z. Modliński, B. Szymański, 1972, str. 281, tabl. I, fig. 3).

i wapieni krystalicznych jest zaznaczona niewyraźnie i najczęściej bywa równolegle poziomo warstwowana. Ich mikrotekstura jest natomiast bezładna, zbита (tabl. III, fig. 8; tabl. IV, fig. 10, 11; tabl. VI, fig. 14; tabl. VII, fig. 17; tabl. VIII, fig. 18), czasem smużysta bądź soczewkowa ze słabo zaakcentowanym kierunkowym ułożeniem materiału ilastego i detrytycznego kwarcu (tabl. III, fig. 9). Struktura wapieni jest ziarnista (sparytowa), średnio- (tabl. III, fig. 8, 9; tabl. IV, fig. 10, 11) lub grubokrystaliczna (tabl. VI, fig. 14; tabl. VII, fig. 17, tabl. VIII, fig. 18).

Skład mineralny. Skała składa się głównie ze sparytowej masy średnio- i grubokrystalicznych węglanów, detrytycznego kwarcu frakcji aleurytowej i psamitowej, substancji ilastej, glaukonitu oraz otoczek i okruchów skał. W ilościach podrzędnych w wapieniach występuje piryt, fosforany, krzemionka, muskowit, skalenie, drobne bioklasty oraz substancja węglisto-bitumiczna i minerały wtórne — wodorotlenki i tlenki żelaza, fosforany i syderyt. Skład mineralny skały uzupełniają nieznaczne minerały ciężkie.

Węglany. W wapieniach piaszczystych i wapieniach krystalicznych węglany tworzą intensywnie zrekrytalizowane, średnio- lub grubokrystaliczne sparytowe tło, w którego skład wchodzi przeważnie monomineralne agregaty kalcytu poprzerastane miejscami przez nagromadzenia substancji ilastej (tabl. VI, fig. 15; tabl. VII, fig. 17; tabl. VIII, fig. 18). W wielu partiach wapieni — zwłaszcza w przystropowej części pakietu — masa węglanów zawiera także dolomit; niekiedy minerał ten tworzy niewielkie skupienia i smugi. Ilość węglanów w wapieniach piaszczystych i wapieniach krystalicznych jest zmienna i wynosi odpowiednio od $75 \div 90$ do $90 \div 96\%$ objętości skały.

Kalcyt w skałach węglanowych występuje przeważnie w postaci mozaiki nieregularnych, ziarnistych, bezładnie ułożonych agregatów, w których budowie uczestniczą wzajemnie ze sobą pozazębiane, najczęściej izometryczne ziarna i krysztale o nieprawidłowym, kseno- lub hipautomorficznym pokroju. Są one bezbarwne, doskonale przejrzyste i niejednokrotnie wykazują wyraźną, romboedryczną łupliwość. W ich strukturze powszechnie stwierdza się istnienie licznych, zazwyczaj wielokrotnych zbliźniczeń, których płaszczyzny zrostu są odwzorowane przez polisyntetyczne prążki bliźniacze. Ziarna i krysztale kalcytu często zawierają znaczne ilości submikroskopowych zanieczyszczeń i wrostków mineralnych, głównie pelitycznego kwarcu oraz kryptokrystalicznego materiału ilastego. Czasem zdarza się, że jest on nagromadzony obficie i wywołuje anomalne, słabo wyodrębnione, plamiste bądź smużyste zmętnienia. Zarówno w wapieniach piaszczystych, jak i wapieniach krystalicznych kalcyt intensywnie koroduje ziarna glaukonitu, skupienia fosforanów oraz kwarc, wokół którego tworzy miejscami wtórne, kryptokrystaliczne wydzielenia. Ich koncentracje są niekiedy wykształcone jako cienkie, wyraźnie zarysowane otoczki reakcyjne (tabl. IV, fig. 10). Średnica ziarn i krysztalów kalcytu jest niestała i waha się od 0,06 do 2,5 mm, przeciętnie wynosi $0,3 \div 1,0$ mm.

Dolomit w skałach węglanowych występuje głównie w postaci drobnych, bezbarwnych ziarn i krysztalów o prawidłowym romboedrycznym pokroju. W tle skały są one rozmieszczone bezładnie i nierównomiernie, niekiedy tworzą nieregularne, najczęściej gęsto przetkane kalcytem, kon-

krecyjne skupienia bądź nieostro zarysowane smugi (tabl. VII, fig. 16). Czasem ich obfitsze zgrupowanie sprawia, że nadają one niektórym partiom wapieni charakter dolomityczny (otw. Olsztyn IG-2, Żelazna Góra 1). Zupełnie wyjątkowo dolomit towarzyszy także strefom spekań tektonicznych, w których sąsiedztwie występuje miejscami jako nieprawidłowe, tektoepigenetyczne impregnacje (otw. Dębowiec Warmiński 2). W wielu partiach wapieni — głównie w przystropowej części pakietu — dolomit intensywnie wypiera kalcyt, po którym niejednokrotnie tworzy liczne częściowe lub całkowite pseudomorfozy. Średnica ziarn i kryształów dolomitu waha się od 0,05 do 0,4 mm.

K w a r c. W skałach węglanowych kwarc stanowi główny składnik mineralny materiału klastycznego. Ilość kwarcu w skale bywa zmienna i waha się od 0,0 ÷ 4% w wapieniach krystalicznych do 10 ÷ 20% objętości w wapieniach piaszczystych.

Kwarc rozmieszczony jest w skale z reguły bezładnie i nierównomiernie (tabl. III, fig. 8; tabl. IV, fig. 10, 11; tabl. VIII, fig. 18); często — zwłaszcza w wapieniach piaszczystych — tworzy cienkie smugi (tabl. III, fig. 9) bądź nieuporządkowane, słabo wyeksponowane skupienia. Ich zarys bywa zwykle nieregularny i nieostry. Kwarc występuje głównie w postaci ziarn doskonale przejrzystych, najczęściej wypolerowanych, o powierzchniach błyszczących i gładkich. Czasem ziarna kwarcu faliście lub smugowo wygaszają światło oraz wykazują niekiedy obecność nieprawidłowych mikrospękań. Ziarna kwarcu są zazwyczaj dobrze obtoczone, najczęściej o kształtach zaokrąglonych, izometrycznych, rzadziej owalnych lub elipsoidalnych (tabl. III, fig. 8; tabl. IV, fig. 10, 11). Ziarna o słabym lub częściowym tylko obtoczeniu, których pokrój jest nieregularny — ostrokrawędzisty lub graniasty — należą do nielicznych. Zwiększoną ich ilość stwierdza się głównie w materiale frakcji aleurytowej wapieni piaszczystych (tabl. III, fig. 8, 9). Stopień wysortowania kwarcu w wapieniach krystalicznych jest zwykle dobry; natomiast w wapieniach piaszczystych — niejednolity, nierzadko partiami zły.

W kwarcu często występują submikroskopowe inkluzje i wrostki mineralne, wśród których stwierdzono cyrkon, muskowitz, kalcyt, rutyl oraz apatyt i minerały nieprzezroczyste. Sposób ich ułożenia bywa najczęściej bezładny, czasem kierunkowo uporządkowany — łańcuszkowy lub szeregowy (tabl. III, fig. 8; tabl. IV, fig. 10, 11).

Zarówno w wapieniach piaszczystych, jak i w wapieniach krystalicznych kwarc często posiada krawędzie skorodowane i niejednokrotnie bywa otoczony przez cienkie, reakcyjne otoczki kalcytowe (tabl. IV, fig. 10, 11). Sporadycznie wokół kwarcu stwierdza się także cienkie obwódki regeneracyjne bądź częściowo zachowane ich fragmenty.

Wielkość ziarn kwarcu jest zmienna i waha się od 0,01 do 1,2 mm, najczęściej wynosi 0,2 ÷ 0,6 mm, a zupełnie wyjątkowo osiąga 1,5 mm.

S u b s t a n c j a i l a s t a. W wapieniach piaszczystych i wapieniach krystalicznych minerały ilaste są podrzędnym objętościowo składnikiem mineralnym skały. Ich ilość w wapieniach jest zmienna i waha się od 0,0 do 10% objętości skały, a przeciętnie nie przekracza około 5%.

Substancja ilasta jest rozmieszczona w skałach węglanowych nierównomiernie i skupia się głównie w wapieniach krystalicznych, w których występuje w formie wypełnień przestrzeni interstycjalnych, nieregular-

nych skupień (tabl. VI, fig. 15) oraz nieostro zarysowanych, nieciągłych, często falistych smug i przemazów (tabl. III, fig. 9; tabl. VII, fig. 17; tabl. VIII, fig. 18). Sposób ich ułożenia bywa zwykle nieuporządkowany i niejednokrotnie zdarza się, że tworzą one znaczniejsze nagromadzenia (otw. Młynary 1, Dębowiec Warmiński 2, Żelazna Góra 1). Sporadycznie substancja ilasta występuje także jako cienkie, nieregularne powłoki na nierównych, śródwarstwowych powierzchniach nieciągłości sedymentacyjnych (otw. Olsztyn IG-2, Młynary 1).

W składzie substancji ilastej wapieni występuje głównie mieszanina illitu i chlorytu, które w wykształceniu typowym tworzą zbite, kryptokrystaliczne bądź drobnouseczkowe agregaty. Są one optycznie niejednorodne, niskodwójłomne i miejscami słabo reagują na światło spolaryzowane. Barwa substancji ilastej jest niestała, najczęściej seledynowo-szara lub szara, czasem partiami rozjaśniona bądź przyciemniona.

Substancja ilasta często zawiera drobne blaszki muskowitu, piryt, impregnacje bitumiczno-węgliste i fosforanowe oraz skupienia wtórnych wodorotlenków i tlenków żelaza (tabl. VII, fig. 17; tabl. VIII, fig. 18). W wielu partiach skały w masie substancji ilastej występuje także źle obtoczony i niewysortowany kwarc frakcji aleurytowej (tabl. VIII, fig. 18).

Składniki pozostałe. Skład mineralny wapieni piaszczystych i wapieni krystalicznych uzupełniają nieliczne, najczęściej pojedyncze, bladezielone, agregatowe ziarna autigenicznego glaukonitu o średnicy $0,1 \div 0,35$ mm (tabl. IV, fig. 10), pospolity i nierzadko obficie nagromadzony piryt (tabl. III, fig. 8, 9; tabl. VI, fig. 15), drobne blaszki muskowitu oraz nieregularne wydzielienia częściowo zrekrytalizowanej krzemionki (tabl. V, fig. 12). Skała zawiera ponadto ziarna i nieregularne skupienia izotropowych, często partiami zrekrytalizowanych żółtobrunatnych i bezbarwnych fosforanów (tabl. IV, fig. 10; tabl. V, fig. 13), niewielkie wydzielienia i konkrecyjne skupienia niejednorodnych optycznie wodorotlenków i tlenków żelaza oraz niezbyt obficie miejscami nagromadzone, zwykle pokruszone, spękane i skalcytyzowane jasnobrunatne i bezbarwne bioklasty, reprezentowane przez drobne okruchy i fragmenty fosforanowo-chitynowych skorupki ramienionogów i pancerzy trylobitów o zachowanej częściowo pierwotnej strukturze organicznej (tabl. IV, fig. 11). W składzie wapieni piaszczystych występują także w ilościach akcesorycznych ziarna spękanych i intensywnie zwiędzłych skaleni o średnicy $0,1 \div 0,2$ mm oraz drobne, dobrze obtoczone otoczaki i okruchy skał osadowych, głównie ciemnoszarych iłupków, mułowców i piaskowców drobnoziarnistych ze spoiwem ilasto-fosforanowym (tabl. IV, fig. 11). Częstym składnikiem mineralnym określonych partii wapieni piaszczystych i krystalicznych bywa wreszcie — zwłaszcza w profilach zachodniej części obniżenia — nierównomiernie i bezładnie rozmieszczona, nieprzezroczysta lub słabo przeświecająca, izotropowa substancja bitumiczno-węglista, która niejednokrotnie tworzy obfite nagromadzenia o pokroju nieostro zarysowanych smug, strzępiastych skupień i nieregularnych impregnacji (otw. Młynary 1, Żelazna Góra 1).

Z grupy nielicznie reprezentowanych minerałów ciężkich w skałach węglanowych stwierdzono obecność cyrkonu, turmalinu, rutylu oraz apatyty i minerałów nieprzezroczystych.

SKAŁY KAMBRU GÓRNEGO NA ZŁOŻU WTÓRNYM

W części wschodniej obniżenia perybałtyckiego skały kambru górnego poza wystąpieniami *in situ* stwierdzono również w postaci redeponowanego na złożu wtórnym materiału okrucowego. Jego zidentyfikowane dotychczas stanowiska są umiejscowione w obrębie gruboklastycznych utworów przyspagowej części kompleksu ordowickiego, w którym występują w dwu różnowiekowych poziomach transgresywnych: dolnym — wyrażonym przez zlepieńce podstawowe tremadoku dolnego (pakerort) oraz górnym — na który składają się zlepieńce glaukonitowe arenigu dolnego (latorp).

Sposób rozmieszczenia otoczków i okruców skał kambru górnego w składzie materiału litologicznego zlepieńców ordowickich jest nierównomierny. Ich nagromadzenia mieszczą się głównie w zlepieńcach tremadoku dolnego, w których zostały dotychczas stwierdzone w profilach otworów wiertniczych Zaręby 1, Zaręby 2, Pieszkowo 1, Głądy 1, Głądy 3 i Dębowiec Warmiński 2. Zdecydowanie natomiast mniej liczne i bardziej ilościowo skąpe koncentracje materiału okrucowego skał górnokambryjskich napotkano w zlepieńcach glaukonitowych arenigu, w których są one zwykle reprezentowane jedynie przez pojedyncze, luźno rozsiane otoczki i ziarna. Ich wystąpienia stwierdzono w profilach następujących otworów wiertniczych: Głębock 1, Żelazna Góra 1, Bartoszyce IG-1 i Młynary 1 (fig. 1).

W składzie litologicznym górnokambryjskiego materiału okrucowego występują głównie otoczki i okrucy wapieni krystalicznych (tabl. VIII, fig. 19; Z. Modliński, B. Szymański, 1972), rzadziej wapieni piaszczystych, a wyjątkowo — piaskowców różno- i średnioziarnistych⁵. Są one dobrze obtoczone, przeważnie zaokrąglone, izometryczne bądź graniaste. Często przy tym większość z nich wykazuje intensywny stopień rekryształizacji, obecność licznych spękań oraz wtórnych impregnacji, których treść tworzą wodorotlenki i tlenki żelaza, fosforany oraz piryty.

Średnica otoczków i okruców skał kambru górnego na złożu wtórnym jest zmienna i waha się od 0,2 mm do 4 cm, a zupełnie wyjątkowo osiąga 5—8 cm (otw. Zaręby 2).

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych studiów mikroskopowych i obserwacji litologicznych skał kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego wynika co następuje:

1. Kompleks skalny kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego spoczywa transgresywnie na podścielających go utwo-

⁵ Pierwszy zwięzły opis petrograficzny otoczków piaskowców różno- i średnioziarnistych kambru górnego — bez sprecyzowania ich pochodzenia i wieku — został opublikowany przez A. Langier-Kuźniarową, która stwierdziła ich obecność w składzie litologicznym materiału okrucowego zlepieńców glaukonitowych dolnego arenigu z otworu wiertniczego Bartoszyce IG-1 (A. Langier-Kuźniarowa, 1967).

rach piaskowcowo-mułowcowo-ilastych kambru środkowego, a przykryty jest w stropie bądź transgresywnie leżącym zlepieńcem podstawowym tremadoku dolnego (pakerort), bądź takiegoż charakteru glaukonitytem arenigu dolnego (latorp).

2. Pomiedzy środkowokambryjskim podłożem a pokrywą utworów kambru górnego istnieje powszechnie wyraźna i znaczna, regionalna luka sedymentacyjna.

3. Kompleks skalny kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego wyrażony jest przez jednolicie i monotennie wykształceny zespół skał piaskowcowo-węglanowych, których sekwencja w profilach wykazuje stały regionalnie charakter.

4. Zespół skalny kambru górnego reprezentuje sobą wyraźnie wyodrębniony, ciągły cykl sedymentacyjny, który w sposób naturalny dzieli się na trzy następujące człony litologiczne: człon podstawowy — zlepieńcowo-piaskowcowy; człon średni — piaskowcowo-węglanowy i człon górny — węglanowy lub ilasto-węglanowy (B. Szymański, 1974).

5. Z formacyjnego punktu widzenia kompleks skał piaskowcowo-węglanowych kambru górnego obniżenia perybałtyckiego wchodzi w skład tzw. dolnej transgresywniej formacji terygeniczej pokrywy osadowej platformy prekambryjskiej.

6. Zespół skalny kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego ma powszechnie układ trójdzielny i wyrażony jest w części dolnej przez utwory litofacji piaskowcowej (piaskowce różno- i średnioziarniste); w części środkowej przez utwory litofacji piaskowcowej i litofacji węglanowej (piaskowce średnioziarniste, wapienie piaszczyste); natomiast w części górnej przez utwory litofacji węglanowej (wapienie krystaliczne).

7. Słabo zróżnicowany skład mineralny i litologiczny oraz dobre obtoczenie i zmienny najczęściej stopień wysortowania składników skał piaskowcowych różno- i średnioziarnistych wskazują, że ich materiał klastyczny pochodzi głównie z dezintegracji i resedymentacji skał osadowych pochodzenia lokalnego.

8. Skład mineralny i litologiczny oraz sposób wykształcenia otoczków i fragmentów skalnych w piaskowcach różnoziarnistych pozwala sądzić, że zostały one zaczerpnięte głównie z niżej leżących serii skał piaskowcowo-mułowcowo-ilastych kambru środkowego, z którymi wykazują powszechnie daleko idące pokrewieństwo petrograficzne.

9. Znaczna zawartość fosforanów w skałach piaskowcowych różno- i średnioziarnistych kambru górnego przemawia za tym, że osady te powstały w płytkowodnej, dobrze przewietrzanej i obficie zasiedlonej przez plankton strefie nerytycznej zbiornika epikontynentalnego, która odznaczała się słabym tempem subsydencji i nieznaczną depozycją materiału klastycznego.

10. W stadium epigenezy skały węglanowe kambru górnego uległy lokalnie procesom częściowej dolomityzacji (otw. Olsztyn IG-2, Młynary 1).

11. Jakość wykształcenia i charakter petrograficzny skał węglanowych kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego wskazują, że są one bliskie lub identyczne litofacjalnie z górnokambryjskimi skałami węglanowymi rejonu kaliningradzkiego ZSRR, których obecność

ujawniono ostatnio w profilu otworu wiertniczego Ładuszkino 1 (A. A. Kaplan, O. N. Andrejewa, N. E. Czernyszewa, W. J. Gorjański, 1973).

12. Z faktu występowania otoczków i fragmentów skał piaskowcowo-węglanowych kambru górnego w składzie zlepieńców podstawowych tremadoku dolnego (pakerort) oraz w materiale zlepieńców glaukonitowych arenigu dolnego (latorp) wynika, że pokrywa tych skał była pierwotnie odsłonięta zarówno w poziomie intersekcyjnym powierzchni pretremadockiej, jak również prearenickiej.

13. Stan aktualnego rozprzestrzenienia materiału okruszowego skał kambru górnego na złożu wtórnym, jak również zachowanej obecnie ich pokrywy *in situ* jest konsekwencją dwukrotnych, sukcesywnie pogłębiających się epigenetycznych ścięć erozyjnych, które były umiejscowione na pograniczu kambru górnego i tremadoku (faza pretremadocka) oraz tremadoku i arenigu (faza prearenicka).

14. Za litostratotyp utworów kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego przyjąć należy profil otworu wiertniczego Pasłek IG-1, który został wykonany w latach 1957—1961 (S. Tyski, 1959), i który jako pierwszy ujawnił istnienie typowo wykształconych osadów piaskowcowo-węglanowych wieku górnokambryjskiego w pokrywie osadowej platformy prekambryjskiej NE Polski.

Zakład Złóż Rud Metali
Instytutu Geologicznego
Warszawa ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 18 maja 1976 r.

PIŚMIENNICTWO

- BEDNARCZYK W. (1972) — Prekambr i kambr wyniesienia Leby (NW Polska). Acta geol. pol., **22**, p. 685—709, nr 4. Warszawa.
- KIEŻEL W. (1973) — Kambr. W: Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego. Zeszyt 9. Warszawa.
- LANGIER-KUŻNIAROWA A. (1967) — Petrografia ordowiku i syluru na Niżu Polskim. Biul. Inst. Geol., **197**, p. 115—301. Warszawa.
- LENDZION K. (1970) — Eokambr i kambr w otworze Żarnowiec IG-1. Prz. geol., **18**, p. 343—344, nr 7. Warszawa.
- MODLIŃSKI Z., SZYMAŃSKI B. (1972) — Dolny tremadok w rejonie Lidzbarku Warmińskiego. Kwart. geol., **16**, p. 274—288, nr 2. Warszawa.
- RYDZEWSKA W. (1974) — Kambr. W: Skały platformy prekambryjskiej w Polsce. Część 2. Pokrywa osadowa. Pr. Inst. Geol., **74**, p. 42—48. Warszawa.
- STOLARCZYK J. (1973) — Dokumentacja wynikowa otworu Młynary 3. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- SZYMAŃSKI B. (1974) — Tremadok obniżenia perybałtyckiego. Kwart. geol., **18**, p. 223—242, nr 2. Warszawa.
- SZYMAŃSKI B. (w druku) — Kambr wschodniej części obniżenia perybałtyckiego. Warszawa.
- TYSKI S. (1959) — Wyniki wiercenia oporowego Pasłek I. Prz. geol., **7**, p. 272—273, nr 6. Warszawa.

КАПЛАН А. А., АНДРЕЕВА О. Н., ЧЕРНЫШЕВА Н. Е., ГОРЯНСКИЙ В. Ю. (1973) — Первая находка палеонтологически охарактеризованных верхнекембрийских отложений в Южной Прибалтике. Докл. Акад. Наук СССР, 209, стр. 1393 — 1394, № 6. Москва.

Бронислав ШИМАНЬСКИ

ОЧЕРК ПЕТРОГРАФИИ ВЕРХНЕГО КЕМБРИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИБАЛТИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Резюме

На западе Прибалтийской впадины в 1960—1972 гг. проводились интенсивные буровые работы, в результате которых был получен богатый керновый материал. Постепенная его обработка дала возможность идентифицировать неизвестные до сих пор в этом районе палеонтологически документированные отложения верхнего кембрия (Б. Шиманьски, в печати).

In situ отложения верхнего кембрия открыты до сих пор в буровых разрезах, представленных на фиг. 1.

В последние годы установлено также вторичное залегание переотложенных верхнекембрийских пород — главным образом мелких фрагментов известняков и известковой гальки. Они обнаружены в обломочном материале основных конгломератов нижнего тремадока и нижнего аренига.

Верхний кембрий восточной части Прибалтийской впадины представлен естественно делящейся на три части пачкой обломочно-карбонатных пород, нижняя часть которой составлена известковистыми кварцевыми песчаниками; средняя часть — кварцевыми песчаниками переслаивающимися песчаными известняками, а верхняя, т. е. карбонатная — песчаными и кристаллическими известняками (фиг. 2). Однородная пачка песчано-карбонатных пород верхнего кембрия, представляет собой самостоятельный, трансгрессивный седиментационный цикл (Б. Шиманьски, 1974).

Отложения верхнего кембрия, несогласно залегают на песчано-алевролитово-глинистом комплексе среднего кембрия, с которым граничат вдоль неровной эрозивной поверхности. В кровле они перекрыты трансгрессивно отложенными конгломератами нижнего тремадока (пакерорт) или глауконитовыми конгломератами нижнего аренига (латорп). Мощность пачки песчано-карбонатных пород верхнего кембрия составляет 0,7—1,1 м.

Комплекс пород верхнего кембрия восточной части Прибалтийской впадины представлен двумя литофациями: песчаной (олигомикритовые, средне- и разнотерные известковые кварцевые песчаники), а также карбонатной (песчаные и кристаллические известняки).

Песчаные отложения верхнего кембрия составляют однородную пачку пород, в состав которой входят светлосерые, плотные, разно- и среднетерные кварцевые песчаники. Их минеральный состав слабо дифференцирован, а степень окатанности обломочного материала высокая или очень высокая. Текстура песчаников беспорядочная, плотная (табл. I, фиг. 4, 5; табл. II, фиг. 6, 7), иногда в определенных частях нечетко горизонтально слоистая или — в совершенно исключительных случаях — конкреционная (разнотерные песчаники). Структура породы повсеместно бывает псамитовой — средней (табл. II, фиг. 6, 7) и разнотерной (табл. I, фиг. 4, 5). В минеральный состав песчаников входят главным образом зерна детритического кварца, карбонаты, зерна и обломки фосфатов, а также глинистая субстанция и скопления частично рекристаллизованного кремнезема. Второстепенное значение в составе песчаников имеют глауконит, пирит, выветренные полевые шпаты, обломки раковин брахиопод, галька и обломки пород, а также мелкие пластинки мусковита и вторичные минералы —

фосфаты, гидроокислы и окислы железа и сидерит. Минеральный состав дополняют тяжелые минералы: циркон, турмалин, рутил, апатит, а также магнетит и ильменит (?). Цемент весьма обильный и размещен равномерно: преобладает базальный цемент (табл. I, фиг. 4, 5; табл. II, фиг. 6, 7) или базально-заполняющий. Цемент песчаников чаще всего карбонатный, местами карбонатно-глинистый или — в совершенно исключительных случаях — глинисто-карбонатный со скоплениями фосфатов.

Карбонатные породы верхнего кембрия образуют естественно обособленную пачку пород, в нижней части представленную песчаными известняками, а в верхней серыми и светлосерыми кристаллическими известняками. Породы являются сильно диагенезированными, плотными, твердыми с нерегулярным, неровным изломом. Их минеральный состав и строение очень мало разнородны и монотонны. Макротекстура песчаных и кристаллических известняков является нечеткой и чаще всего бывает равномерно горизонтально слоистой. Их микротекстура хаотическая, плотная (табл. III, фиг. 8; табл. IV, фиг. 10, 11; табл. VI, фиг. 14; табл. VII, фиг. 17; табл. VIII, фиг. 18), иногда полосчатая или линзовая с нечеткой направленностью залегания глинистого материала и детритического кварца (табл. III, фиг. 9). Структура зернистая (спаритовая), средне или крупнокристаллическая. Известняки состоят из средне и крупнозернистых карбонатов, обломочного кварца алевритовой и псамитовой фракций, глинистой субстанции (иллит, хлорит, серицит), глауконита, а также гальки и обломков пород. Второстепенное значение в известняках имеют пирит, фосфаты, кремнезем, мусковит, полевые шпаты, мелкие биокласты, а также углисто-битумное вещество и вторичные минералы. Минеральный состав дополняется небольшим числом тяжелых минералов: цирконом, турмалином, рутилом, а также апатитом и непрозрачными минералами.

Литостратотипом отложений верхнего кембрия восточной части Прибалтийской впадины следует считать разрез скважины Паслэжк ИГ—1, который был первым, где обнаружено типичное строение песчано-карбонатных пород верхнекембрийского возраста в осадочном покрове докембрийской платформы на СВ Польши.

Bronisław SZYMAŃSKI

THE OUTLINE OF PETROGRAPHY OF THE UPPER CAMBRIAN OF EASTERN PERIBALTIC DEPRESSION

Summary

The intense drilling works carried out in the eastern part of the Peribaltic Depression in the years 1960—1972 provided core material. Successive elaboration of that material made it possible to differentiate Upper Cambrian deposits with paleontological record, hitherto unknown from that region (B. Syzmański, in press).

Upper Cambrian deposits occurring in situ were found in several borehole profiles (see Fig. 1). Redeposited Upper Cambrian rocks mostly limestone debris and pebbles, have also been found in several places in the last few years, mostly in detrital material of basal conglomerates of the Lower Tremadocian and Lower Arenigian.

The Upper Cambrian of the eastern part of the Peribaltic Depression is represented by originally tripartite series of clastic-carbonate rocks; the lower part of the series is formed of calcareous quartz sandstones, the middle — of quartz sandstones with sandy limestone intercalations, and the upper, that is the carbonate

part — of sandy and crystalline limestones (Fig. 2). The Upper Cambrian sandstone-carbonate series, uniform in development, represents a separate, transgressive sedimentary cycle (B. Szymański, 1974).

Upper Cambrian strata discordantly overlay the Middle Cambrian sandstone-siltstone-clayey series along an uneven erodional boundary, and are overlaid by either transgressive conglomeratic deposits of the Lower Tremadocian (Pakerort) or glauconitic conglomerates of the Lower Arenigian (Latorp). The Upper Cambrian sandstone-carbonate series is 0.7—1.1 m thick.

The Upper Cambrian of the eastern part of the Peribaltic Depression comprises rocks representing two lithofacies: sandstone lithofacies (oligomictic, medium- and variousgrained calcareous quartz sandstones) and carbonate lithofacies (sandy and crystalline limestones).

The Upper Cambrian sandstone rocks form a series uniform in development, comprising light-gray, compact, variously and medium-grained quartz sandstones; their mineral composition is fairly uniform; roundness index of clastic material ranges from good to very good. Texture is random, compact (Table I, Figs. 4, 5; Table II, Figs. 6, 7), unclearly horizontally bedded in some places or, very rarely, concretionary (variously grained sandstones). Structure of these sandstones is usually psammitic, medium- (Table II, Figs. 6, 7) and variously grained (Table I, Figs. 4, 5). The sandstones consist mainly of detrital quartz grains, grains and debris of phosphates, clay matter and accumulation of partly recrystallized silica. Glauconite, pyrite, weathered feldspars, debris of brachiopod shells, pebbles and debris of rocks, fine muscovite plates as well as secondary minerals (phosphates, iron hydroxides and oxides and siderite) occur in subordinate amounts. Heavy minerals are represented by zircon, tourmaline, rutile, apatite, magnetite and ilmenite?. Matrix is fairly abundant and uniformly distributed; it is mostly of the basic (Table I, Figs. 4, 5; Table II, Figs. 6, 7) or basic-infilling type; it primarily consists of carbonates. This is a carbonate matrix, changing in some places to carbonate-clay or, rarely, to clay-carbonate matrix rich in phosphate.

The carbonate rocks form a natural separate rock series, represented in the lower part of the Upper Cambrian by gray sandy limestones, and in the upper part — by gray and lightgray crystalline limestones. They are heavily diagenesed, compact, hard, with uneven irregular fracture. The mineral composition is poorly differentiated or monotonous. The macrotexture of sandy and crystalline limestones is poorly visible, usually represented by parallel horizontal bedding; the microtexture is random, massive (Table III, Fig. 8; Table IV, Figs. 10, 11; Table VI, Fig. 14; Table VII, Fig. 17; Table VIII, Fig. 18), sometimes bandy or lenticular with poorly accentuated, oriented arrangement of clay matter and detrital quartz (Table III, Fig. 9). The structure is grained (sparry), medium- to coarse-crystalline. The limestones are formed of medium- and coarse-crystalline carbonates, clastic quartz of the aleurite and psammite fractions, clay matter (illite, chlorite, sericite), glauconite and pebbles and debris of older rocks. Pyrite, phosphate, silica, muscovite, feldspars, fine bioclasts, carbonaceous-bitumen matter and secondary minerals occur in subordinate amounts. Heavy mineral, also occurring in subordinate amounts, are represented by: zircon, tourmaline, rutile, apatite and opaque minerals.

The profile of the borehole Pasłek IG-1 is here proposed as the lithostratotype of the Upper Cambrian of the eastern part of the Peribaltic Depression as in this profile typically developed sandstone-carbonate rocks of the Late Cambrian age were for the first time differentiated in sedimentary cover of the Precambrian Platform of NE Poland.

TABLICA I

Fig. 4. Piaskowiec kwarcowy różnoziarnisty; spoiwo kalcytowe. Otwór wiertniczy Gładysze 2; głęb. ok. 2561,7 m; nikole skrzyżowane, pow. ok. 30 ×

Various-grained quartz sandstone; calcite matrix. Borehole Gładysze 2; depth about 2561.7 m; nicols crossed, approx. × 30

Fig. 5. Piaskowiec kwarcowy różnoziarnisty z okruchami mułowca fosforanowego; spoiwo kalcytowe. Otwór wiertniczy Gładysze 2; głęb. ok. 2561,7 m; nikole niezupełnie skrzyżowane, pow. ok. 30 ×

Various-grained quartz sandstone with a fragment of phosphatic siltstone; calcite-matrix. Borehole Gładysze 2; depth about 2561.7 m; nicols incompletely crossed, approx. × 30

TABLICA II

Fig. 6. Piaskowiec kwarcowy średnioziarnisty; spoiwo kalcytowe. Otwór wiertniczy Gładysze 2; głęb. ok. 2561,6 m, nikole niezupełnie skrzyżowane, pow. ok. 15 ×

Medium-grained quartz sandstone; calcite matrix. Borehole Gładysze 2; depth about 2561.6 m; nicols incompletely crossed, approx. × 15

Fig. 7. Piaskowiec kwarcowy średnioziarnisty; spoiwo kalcytowe. Otwór wiertniczy Gładysze 2; głęb. ok. 2561,6 m; bez analizatora, pow. ok. 15 ×

Medium-grained quartz sandstone; calcite matrix. Borehole Gładysze 2; depth about 2561.6 m; no analyser, approx. × 15

TABLICA III

Fig. 8. Wapień średniokrystaliczny piaszczysty. Otwór wiertniczy Dębowiec Warmiński 2; głęb. ok. 2581,5 m; bez analizatora, pow. ok. 15 ×

Medium-crystalline sandy limestone. Borehole Dębowiec Warmiński 2; depth about 2581.5 m; no analyser, approx. × 15

Fig. 9. Wapień drobnokrystaliczny piaszczysty z nieregularnymi smugami ilastymi. Otwór wiertniczy Młynary 1; głęb. ok. 2792,2 m; bez analizatora, pow. ok. 15 ×

Finely-crystalline sandy limestone with irregular clay bands. Borehole Młynary 1; depth about 2792.2 m; no analyser, approx. × 15

TABLICA IV

Fig. 10. Wapień piaszczysty z glaukonitem i ziarnami fosforanów. Otwór wiertniczy Żelazna Góra 1; głęb. ok. 2672,9 m; bez analizatora, pow. ok. 15 ×

Sandy limestone with glauconite and phosphate grains. Borehole Żelazna Góra 1; depth about 2672.9 m; no analyser, approx. × 15

Fig. 11. Wapień piaszczysty; widoczny otoczek piaskowca o spoiwie ilasto-fosforanowym. Otwór wiertniczy Żelazna Góra 1; głęb. ok. 2673,0 m; bez analizatora, pow. ok. 15 ×

Sandy limestone; note pebble of sandstone with clay-phosphatic matrix. Borehole Żelazna Góra 1; depth about 2673.0 m; no analyser, approx. × 15

TABLICA V

- Fig. 12. Wapień piaszczysty; widoczne skupienia krzemionki. Otwór wiertniczy Żelazna Góra 1; głęb. 2673,1 m; nikole skrzyżowane, pow. ok. 30 ×
Sandy limestone; note concentrations of silica. Borehole Żelazna Góra 1; depth about 2673.1 m; nicols crossed, approx. × 15
- Fig. 13. Wapień piaszczysty z ziarnami fosforanów. Otwór wiertniczy Żelazna Góra 1; głęb. ok. 2673,1 m; bez analizatora, pow. ok. 45 ×
Sandy limestone with phosphate grains. Borehole Żelazna Góra 1; depth about 2673.1 m; no analyser, approx. × 45

TABLICA VI

- Fig. 14. Wapień grubokrystaliczny. Otwór wiertniczy Olsztyn IG-2; głęb. ok. 2444,4 m; nikole skrzyżowane, pow. ok. 30 ×
Coarse-crystalline limestone. Borehole Olsztyn IG-2; depth about 2444.4 m; nicols crossed, approx. × 30
- Fig. 15. Wapień grubokrystaliczny. Otwór wiertniczy Żelazna Góra 1; głęb. ok. 2672,6 m; nikole niezupełnie skrzyżowane, pow. ok. 30 ×
Coarse-crystalline limestone. Borehole Żelazna Góra 1; depth about 2672.6 m; nicols incompletely crossed, approx. × 30

TABLICA VII

- Fig. 16. Dolomit drobnokrystaliczny. Otwór wiertniczy Żelazna Góra 1; głęb. ok. 2672,8 m; nikole niezupełnie skrzyżowane, pow. ok. 15 ×
Finely-crystalline dolomite. Borehole Żelazna Góra 1; depth about 2672.8 m; nicols incompletely crossed, approx. × 15
- Fig. 17. Wapień grubokrystaliczny ze skupieniami illitu i chlorytu. Otwór wiertniczy Dębowiec Warmiński 2; głęb. ok. 2581,3 m; bez analizatora, pow. ok. 30 ×
Coarse-crystalline limestone with illite and chlorite concentrations. Borehole Dębowiec Warmiński 2; depth about 2581.3 m; no analyser, approx. × 30

TABLICA VIII

- Fig. 18. Wapień grubokrystaliczny ze skupieniami chlorytu i pelitem kwarcowym. Otwór wiertniczy Żelazna Góra 1; głęb. ok. 2672,7 m; nikole niezupełnie skrzyżowane, pow. ok. 15 ×
Coarse-crystalline limestone with chlorite concentrations and quartz pelite. Borehole Żelazna Góra 1; depth about 2672.7 m; nicols incompletely crossed; approx. × 15
- Fig. 19. Piaszowiec kwarcowy średnioziarnisty o spoiwie fosforanowo-ilastym (tre-madok dolny — pakerort); widoczny okruch wapienia górnokambryjskiego. Otwór wiertniczy Dębowiec Warmiński 2; głęb. ok. 2581,1 m; bez analizatora, pow. 30 ×
Medium-grained quartz sandstone with phosphatic-clay matrix (Lower Temadocian—Pakerort); note fragment of Upper Cambrian limestone. Borehole Dębowiec Warmiński 2; depth about 2581.1 m; no analyser, approx. × 30



Fig. 4



Fig. 5

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego

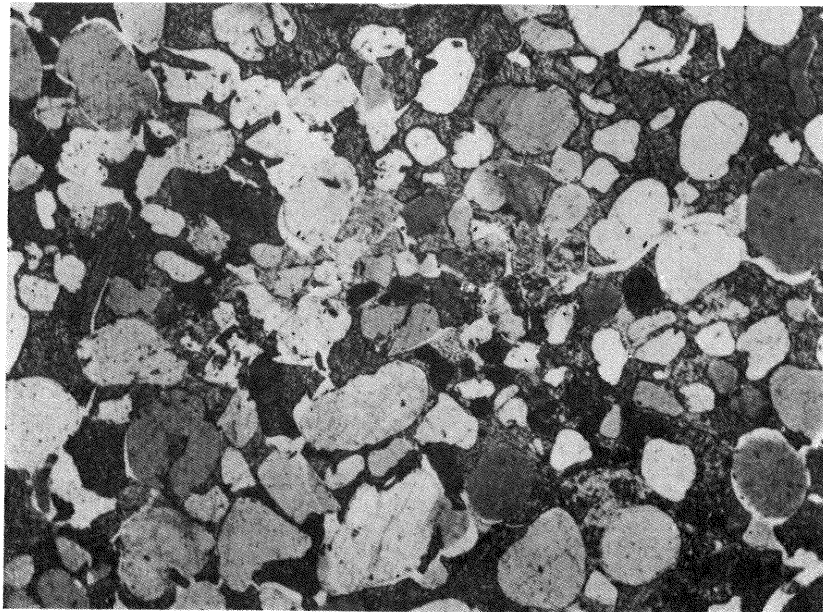


Fig. 6

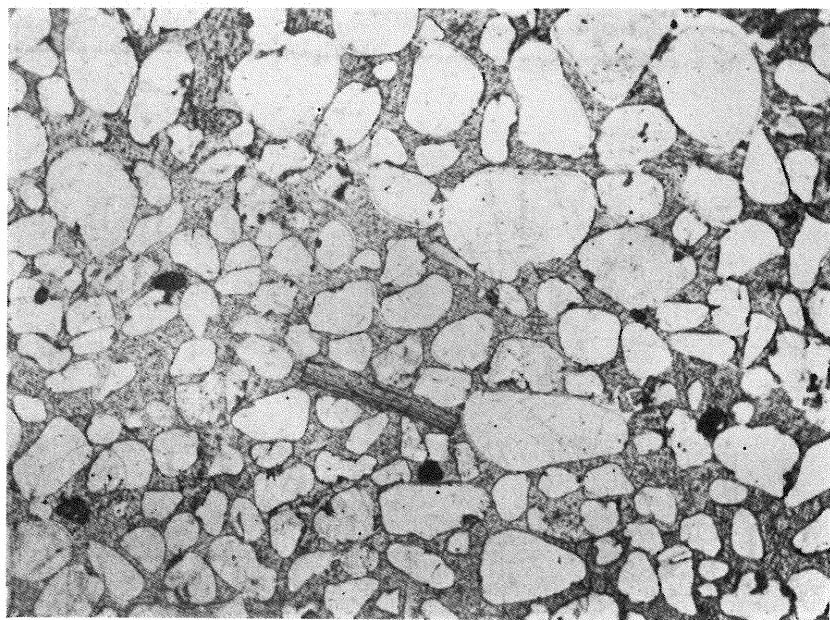


Fig. 7

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego



Fig. 8

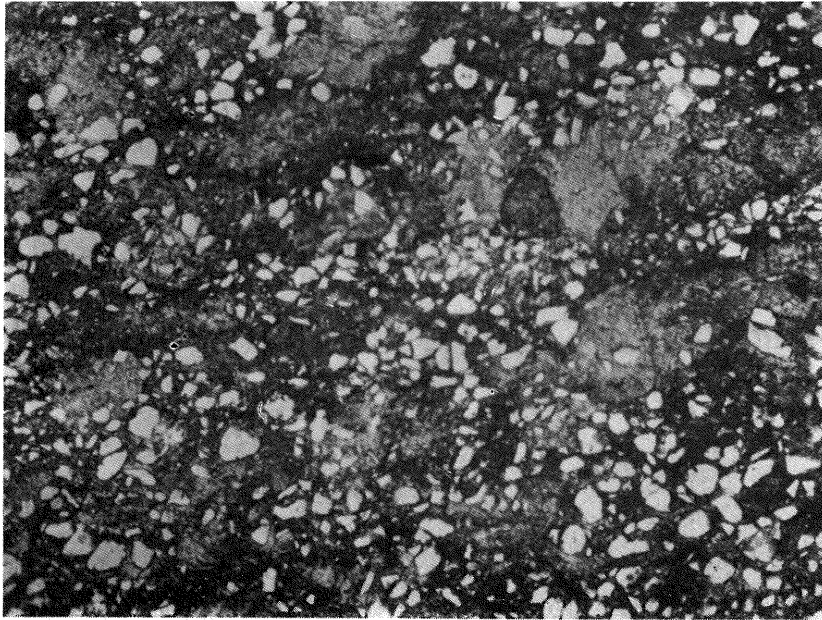


Fig. 9

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego

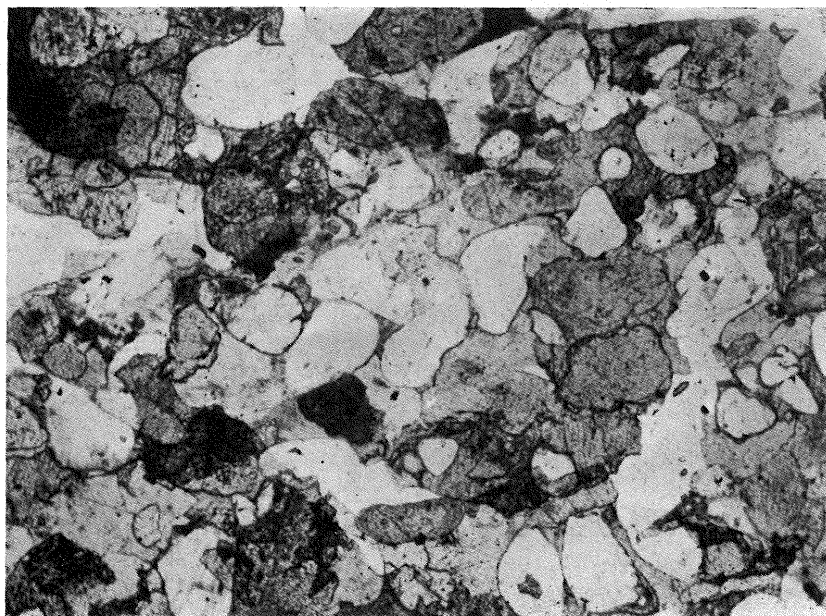


Fig. 10



Fig. 11

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybaltyckiego

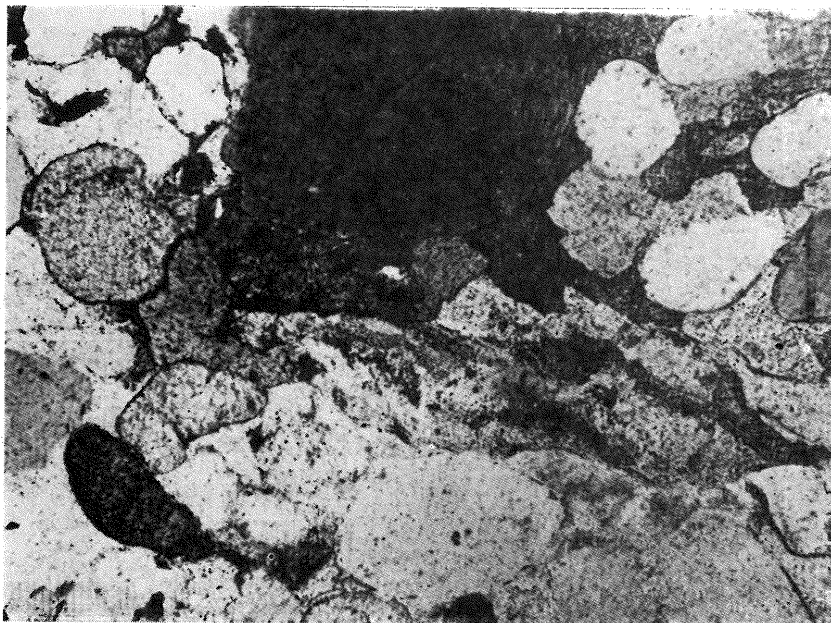


Fig. 12

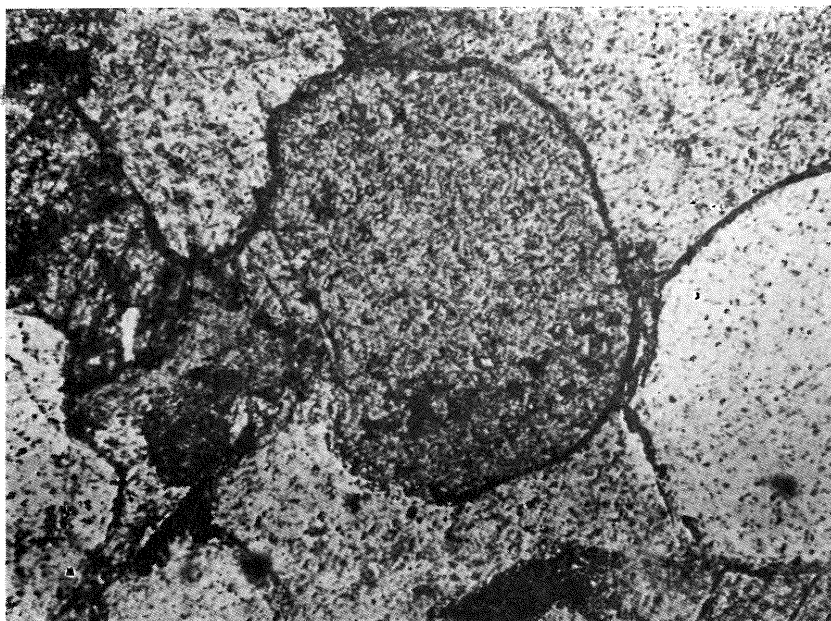


Fig. 13

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybaltyckiego

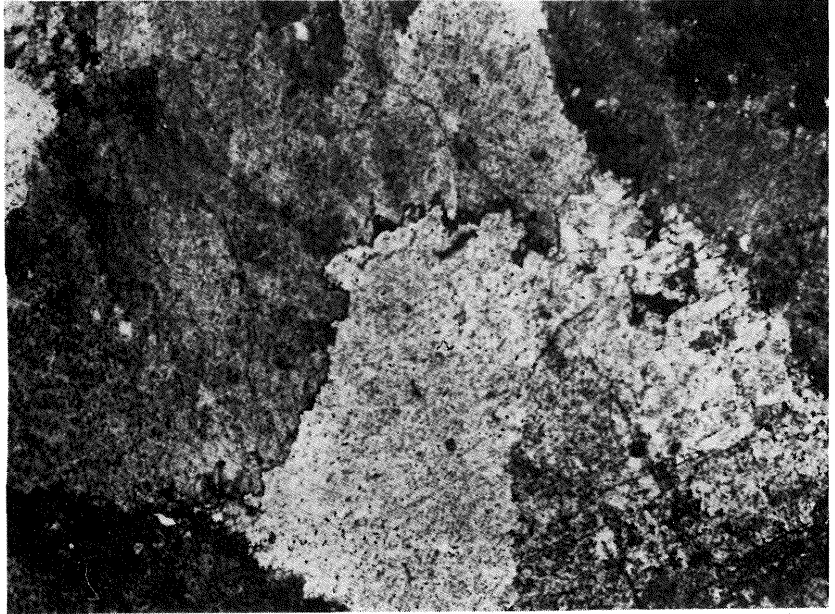


Fig. 14

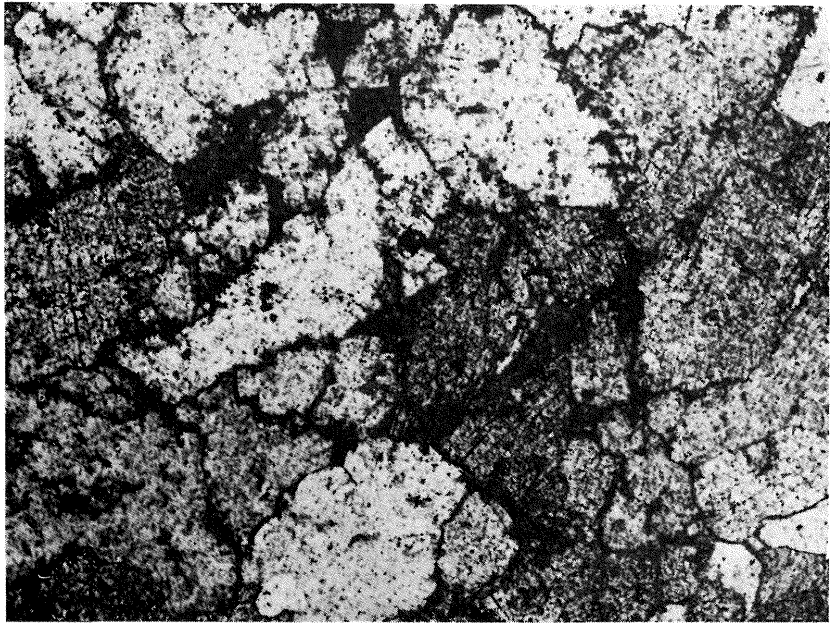


Fig. 15

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybaltyckiego



Fig. 16



Fig. 17

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego

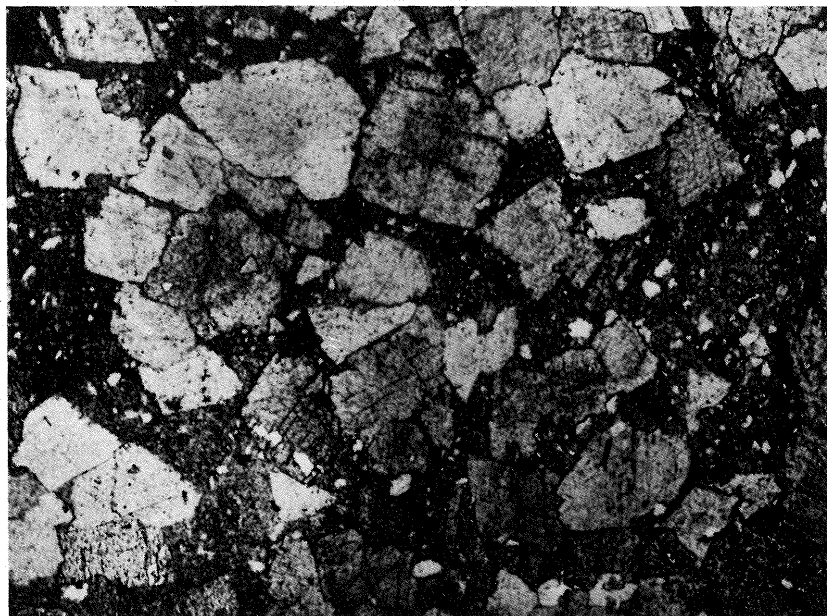


Fig. 18

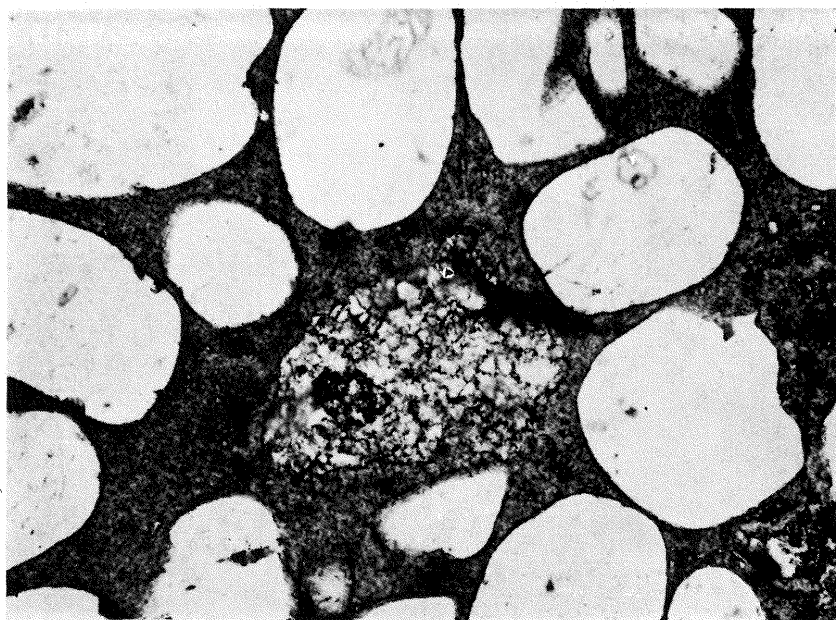


Fig. 19

Bronisław SZYMAŃSKI — Zarys petrografii kambru górnego wschodniej części obniżenia perybałtyckiego