

ZNACZENIE MORFOLOGII ZIARN KWARCU DLA BADAŃ TERENOWYCH

PODCZAS badań geologicznych prowadzonych w terenie nad skałami osadowymi niejednokrotnie wylania się przed geologiem problem wyjaśnienia genezy i warunków sedymentacji piasku. Na podstawie obserwacji najważniejsze wnioski wyciągamy już w terenie, a prace laboratoryjne tylko uzupełniają i precyzują nasze badania.

Pochodzenie materiału detrytycznego wyjaśniamy, opierając się głównie na następujących danych: a) na charakterze petrograficznym niezmiennych okruszków skał w osadach gruboziarnistych, zlepiciowatych, b) na rodzaju i składzie skałeni występujących w osadzie, c) na charakterze ziarn kwarcu, ułożeniu wektorów optycznych, deformacji sieci krystalicznej oraz zawartych w nich wrostków mineralnych, d) na gatunku minerałów ciężkich i ich stosunkach ilościowych (5, str. 46). Natomiast na warunki sedymentacji osadu mogą nam rzucić pewne światło następujące dane: a) układ osadu w terenie, b) miąższość osadu, c) obecność lub brak skamieniałości, d) barwa, e) rodzaj uwarstwienia, f) skład mineralny i granulometryczny, g) stopień wysortowania, h) obecność lub brak spoiwa (np. węglanów), i) występowanie w osadzie minerałów czysto morskich pochodzenia np. glaukonitu itp.

Oprócz wyżej wymienionych cech, ważnych właściwości o warunkach akumulacji osadu może dostarczyć także morfologia ziarn piasku. Stwierdzono bowiem, że piaski pochodzące z różnych środowisk sedymentacji (piaski morskie, rzeczne, sandrowe, wydmy itp.) wykazują niejednaki stopień obróbki mechanicznej, (7), a ponieważ głównym składnikiem piasków jest kwarc, dlatego zagadnienie to dotyczy przede wszystkim ziarn kwarcu jako podstawowego składnika najważniejszych skał pochodzenia czysto klastycznego (5).

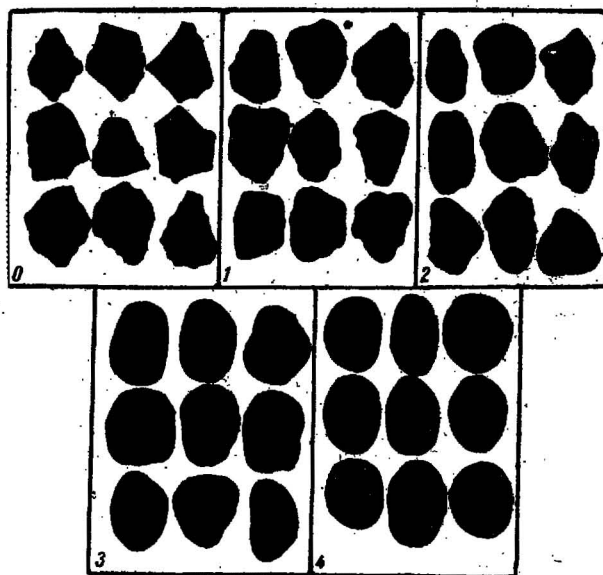
Pierwotnym źródłem kwarcu klastycznego występującego w piasku są oczywiście skały magmowe, bogate w SiO_2 (granity, adamellyty, granodiority, dioryty kwarcowe, pegmatyty, aplity itp.) oraz skały metamorficzne zawierające wolny kwarc (gnejsy, granulity, łupki łuszczkowe i inne). Wskutek wietrzenia i procesów diastroficznych skały te ulegają rozkładowi, a występujący w nich kwarc jest minerałem bardzo odpornym na wietrzenie chemiczne i tylko w pewnych warunkach (3, str. 31) może przechodzić do roztworu jako koloid albo jako kwas krzemowy lub krzemian alkaliczny. Większość zaś kwarcu zostaje rozdrobniona mechanicznie i tworzy zespół ziarn różnej wielkości. Ziarna te mają początkowo kształt kanciasty, później, gdy są one transportowane przez rzeki do mórz, ulegają powolnej, ale stałej obróbce mechanicznej, w której wyniku ostre ich krawędzie ulegają zaokrągleniu, a ziarna przyjmują kształty coraz bardziej kuliste. Podobną rolę spełnia także i transport wietrzny, podczas którego ziarna uzyskują jednak w większości powierzchnię matową i szorstką, a część z nich ulega nawet rozkruszeniu.

Na podstawie licznych obserwacji nad piaskami pochodzącymi z różnych środowisk sedymentacji stwierdzono, że grubsze frakcje ziarn kwarcu ulegają lepszemu zaokrągleniu niż frakcje drobne. Właściwie nie ma zgodnych poglądów co do wielkości, poniżej której ziarna nie ulegają już dalszej obróbce (5, str. 13), często przyjmuje się, że wielkość ta dla środowiska wodnego wynosi 0,05 mm, dla powietrznego 0,03 mm. Ogólnie można przyjąć, że zaokrąglenie ziarn kwarcu jest proporcjonalne do przebytej

drogi, podczas której ziarno toczono po dnie rzeki lub po powierzchni ziemi, do prędkości ruchu ziarna w środowisku oraz do czasu trwania obróbki mechanicznej.

Oglądając ziarna pod lupą możemy czasem zauważyć w nich obecność innej jakiejś substancji mineralnej w postaci wrostków (inkluzyj). Inkluzyje te mogą mieć konsystencję gazową, ciekłą lub też są to wrostki takich minerałów, jak: bizmut, rutyl, cyrkon, apatyt itd. Obecność inkluzyj (3, str. 227) ciekło-gazowych, ciekłych lub próżni nieregularnie rozmieszczonych w ziarnie kwarcu wskazuje, że kwarc klastyczny powstał ze zwietrzenia granitu. Natomiast kwarc pochodzący ze skał metamorficznych nie ma inkluzyj albo też występujące w ziarnach inkluzyje leżą regularnie w smugach utworzonych z drobnych wrostków mineralnych. Należy przypomnieć, że najwięcej wrostków zawiera kwarc tworzący odmiany przezroczyste zwane kryształami górskimi, w którym spotyka się wrostki amfibolu w postaci subtelnych włókien rutilu i getytu w postaci cienkich igieł, miki lub bliznowy żelaza w postaci drobnych blaszek oraz chlorytu i pirytu w postaci drobnego pyłu.

Nawiązując do stopnia obróbki ziarn kwarcu, stwierdzić można stopniowe przejście od ziarn całkiem nieobrotzonych — kanciastych aż do ziarn kulistych. Między tymi skrajnymi typami występuje wiele ziarn wykazujących pośredni stopień obtoczenia. Niektórzy uczeni ustalili nawet skale porównawcze umożliwiające klasyfikację poszczególnych typów ziarn, i tak np. L. B. Ruchin (8) przyjął skalę pięciostopniową, w której stopień „0” obejmuje ziarna kanciaste, a stopień „4” najlepiej obtoczone. A. Cailleux, M. S. Swieczow, J. Syniewska, B. Krygowski i inni stosują zwykle skalę o mniejszej liczbie stopni obtoczenia. W pracach petrograficznych posługujemy się najczęściej skalą trzystopniową, której stopień pierwszy obejmuje ziarna kanciaste, drugi częściowo obtoczone i trzeci całkowicie zaokrąglone.

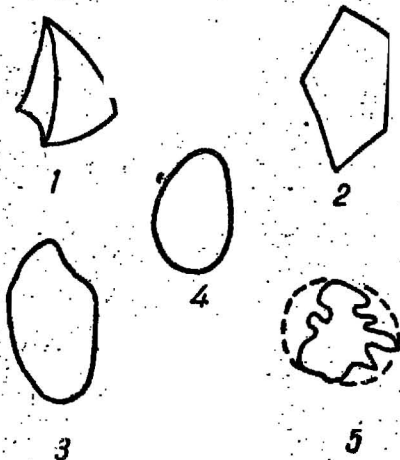


Ryc. 1. Skala do określenia stopnia obtoczenia ziarna wg L. B. Ruchina.

W osadach piaszczystych spotyka się także i inne rodzaje ziarn kwarcu, które trudno jest umieścić w wymienionych skalach, gdyż ziarna mają przeważnie odmienną genezę. Do osadu mogą się także dostać ziarna kwarcu detrytycznego i w inny sposób np. wskutek erupcji wulkanicznej, a więc bez obróbki mechanicznej. Zdarzyć się może także, że występujące w piasku ziarna kwarcu częściowo lub dobrze obtoczone mogły ulec pewnym procesom, które wyraźnie je zmniejszały.

W osadach piaszczystych można więc spotkać następujące typy ziarn kwarcu:

1) wyraźnie ostrokrawędziste z tnącymi listewkami, 2) kanciaste, 3) częściowo obtoczone (półzaookrągłe, półkanciaste) 4) obtoczone (zaookrągłe), 5) korodowane i 6) regenerowane. Ziarna obtoczone częściowo lub całkowicie mogą mieć powierzchnię gładką albo matową i porysowaną.



Ryc. 2. Kształty ziarn piasku wg M. S. Szwiecowa 1) ostrokrawędziste, 2) kanciaste, 3) częściowo obtoczone, 4) obtoczone, 5) korodowane.

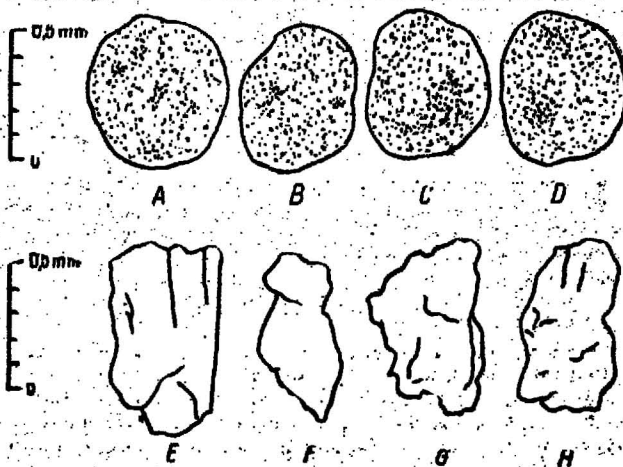
Ziarna wyraźnie ostrokrawędziste (ryc. 2, nr 1) występują w osadach stosunkowo rzadko, mają one krawędzie bardzo ostre, tnące. Ziarna tego typu nie były transportowane przez wodę ani toczono po powierzchni ziemi przez wiatr. Dostają się one do osadu bezpośrednio ze skał, które uległy gwałtownemu zgniataniu, co często się dzieje w procesach tektonicznych (deformacje kataklastyczne) zachodzących blisko powierzchni skorupy ziemskiej. Ziarna tego typu gromadzą się także u podnóża gór w obszarach intensywnego wietrzenia mechanicznego w klimacie suchym. W takich procesach kryształ mineralny zostaje rozkruszony przy jednoczesnym jednak zachowaniu ich struktury (3, str. 453).

Wskutek mechanicznego rozdrobnienia kwaśnych law w czasie erupcji wulkanicznych do osadu dostają się bezpośrednio drogą powietrzną także ziarna ostrokrawędziste. Stwierdzono bowiem, że szkliwa wulkaniczne wykazują tendencję do rozpadania się na ostrokrawędziste odłamki.

Gdy geolog badający np. piaski morskie stwierdzi w nich obecność takich ziarn, to może wnioskować, że w czasie akumulacji tych piasków na blisko położonych obszarach lądowych istniała działalność wulkaniczna.

Ziarna kanciaste (ryc. 1, nr 2 i ryc. 3, E-H) średnich i grubych frakcji piasku, jeśli są licznie reprezentowane w osadzie, wskazują, że sedimentacja piasku odbywa się prawie bez udziału transportu, a detrytyczne ziarna kwarcu dostawały się do osadu blisko miejsca rozdrobnienia skały, z której pochodzą. Według M. S. Szwiecowa (8, str. 164) w piaskach fluwiołacjalnych występuje znaczna ilość ziarn kanciastych. Ziarna z osadów rzecznych są już le-

piej obtoczone, poza tym ziarna kanciaste występują także w piaskach arkozowych.



Ryc. 3. Ziarna kwarcu wg A. Cailleux A — D okrągłe — matowe i E — H kanciaste.

J. Syniewska (10) na podstawie swoich badań doszła do wniosku, że ziarna kanciaste pochodzące ze środowiska wodnego dochodzą do znacznie większych rozmiarów w porównaniu z ziarnami środowiska suchego.

Według B. Krygowskiego (2, str. 86) kanciaste ziarna piasku charakterystyczne są dla środowiska wybitnie wodnego. Za ziarna kanciaste uważa on takie, które uległy najmniejszemu obtoczeniu — ziarn w ogóle nieobtoczonych zasadniczo nie ma.

Ziarna częściowo obtoczone (ryc. 2, nr 3) uległy wyraźnie widocznej obróbce mechanicznej. Mają one wprowadzić jeszcze kształt wielokątny, ale brak jest już ostrych krawędzi, a wierzchołki ziarn są zaookrągłe. Taki stopień obtoczenia typowy jest dla licznych piasków rzecznych i morskich. Dobrze obtoczone są zwłaszcza piaski strefy litoralnej.

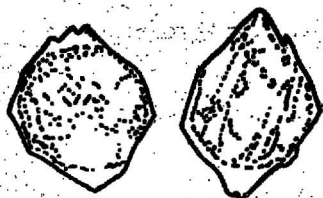
Z badań B. Krygowskiego nad piaskami plejstoceńskimi Połesia wynika, że niemal z reguły posiadają one ziarno półokrągłe.

Ziarna obtoczone (ryc. 1, nr 4) mają wszystkie krawędzie i narożniki całkowicie już zaookrągłe, a kształt ziarn jest bardziej lub mniej kulisty. Taki typ ziarn powstaje po dłuższej mechanicznej obróbce, która mogła zachodzić nawet w kilku fazach podczas różnych epok geologicznych. Niektórzy uczeni uważają, że ziarna obtoczone są charakterystyczne dla piasków eolicznych.

A. Cailleux (1) twierdzi, że ziarna okrągłe, matowe powstają wskutek działalności wiatru, natomiast ziarna zaookrągłe, błyszczące tworzą się w środowisku wodnym. Do podobnych wniosków dochodzi także B. Krygowski w swoich badaniach nad czwartorzędowymi piaskami południowego Połesia. Jeżeli badamy w terenie piaski pochodzące ze starszych okresów geologicznych (piaski przedczwartorzędowe), nie trzeba zapominać także, iż pewne procesy chemiczne zachodzące podczas diagenety mogą powodować łagodzenie zakleszczeń i nierówności występujących na powierzchni ziarn i tym samym prowadzą do ich zaookrąglenia (np. tworzenie się obwódka regeneracyjnych na ziarnach kwarcu).

Ziarna korodowane (rys. 2, nr 5) mają kształty nieprawidłowe i wyglądają tak, jakby uległy częściowemu zniszczeniu. Jest to wtórna zmiana morfologii ziarn, być może uprzednio już dobrze obtoczonych, wynikająca ze stopniowego rozpuszczania (ługowania) krzemionki. Ziarna korodowane występują przeważnie w osadach już scementowanych. Obecność ich nie świadczy o warunkach początkowej sedimentacji osadu, lecz może dać jedynie pewne wskazówki o późniejszych zmianach zachodzących w skale.

Ziarna regenerowane (ryc. 4) tworzą się w następstwie wtórnego narastania (regeneracji) substancji chemicznej na minerale pierwotnym. Początkowo powstają tylko cienkie warstewki tej substancji na powierzchni ziarna zwane obwódkami regeneracyjnymi, a dopiero później w pewnych warunkach mogą się utworzyć całkiem wyraźne, nawet pojedyncze, krystaliczne kontury kwarcu (ryc. 4).



Ryc. 4. Regenerowane kryształy kwarcu wg L. B. Ruchina.

Regeneracja ziarn wiąże się z procesami diagenety i wskazuje na późniejsze zmiany zachodzące w skałach. Czasami po procesie regeneracji może nastąpić ponowna korozja ziarn. Zjawisko takie stwierdziła M. Turnau-Morawska (4), badając piaski i piaskowce sarmackie występujące na terenie województwa lubelskiego. Właśnie kwarcze pochodzące z tych skał mają obwódki regeneracyjne częściowo skorodowane.

Ziarna obtoczone jak i słabo obtoczone mogą posiadać połysk lub matową powierzchnię. Stwierdzono to na podstawie licznych obserwacji nad piaskami pochodzącymi z różnych środowisk. I tak zarówno badania przeprowadzane za granicą, jak i w kraju wykazały, że ziarno pochodzące ze środowiska eolicznego ma powierzchnię matową, natomiast ze środowiska wodnego wyszlifowaną o silnym połysku, a wg B. Krygowskiego nawet powierzchnię wypolerowaną. Zjawisko to do dziś nie zostało jeszcze dostatecznie wyjaśnione i wymaga dalszych badań. Dla podkreślenia znaczenia stopnia zmatowienia ziarn kwarcu dla badań terenowych można przytoczyć obserwacje B. Krygowskiego odnośnie do osadów czwartorzędowych południowego Polesia wskazujące, że piaski glacialne w przeciwieństwie do postglacialnych

i piasków wydmywnych posiadają wysoki odsetek ziarn z połyskiem (do 38,6%).

Ta krótka charakterystyka najważniejszych typów ziarn kwarcu klastycznego dających się dość łatwo rozróżnić nawet za pomocą lupy, może ułatwić geologowi wysnucie już w terenie ogólnych wniosków (oczywiście przy uwzględnieniu także i innych cech badanej warstwy, wymienionych na początku artykułu) o genezie i warunkach sedymentacji badanego osadu piaszczystego, a więc wyjaśnić w pewnym stopniu historię skały.

LITERATURA

1. Cailleux A. — Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. „Geologische Rundschau“ Stuttgart 1952, Band 40, Heft. 1.
2. Krygowski B. — Zarys geologiczno-morfologiczny południowego Polesia. Poznań 1947. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Prace Komisji Matematyczno-przyrodniczej. Seria A. Tom IV. Zeszyt 1.
3. Książkiewicz M. — Geologia dynamiczna. Warszawa 1951.
4. Turnau-Morawska M. — Spostrzeżenia dotyczące sedymentacji i diagenety sarmatu Wyżyny Lubelskiej. Lublin 1949, Ann. Univ. M. Curie Skłodowska, Sectio B, t. IV.
5. Turnau-Morawska M. — Petrografia skał osadowych w Polsce na tle zagadnień współczesnej sedymentologii. „Wiad. Muż. Ziemi“, Warszawa 1950/51, Tom V.
6. Turnau-Morawska M. — Petrografia (skrypt). Warszawa 1952.
7. Turnau-Morawska M. — Petrografia skał osadowych. Warszawa 1954.
8. Ruchin L. B. — Osnovy litologii. Leningrad — Moskwa 1953.
9. Szwiecow M. S. — Petrografia osadocnych porod. Moskwa — Leningrad 1948.
10. Szyńska J. — Próba analizy piasków środowiska wodnego i eolicznego. „Kosmos“ A. t. 54. Lwów 1920.