

Kwarc – minerał nie do przecenienia

Krzem stanowi główny pierwiastek budujący większość kuli ziemskiej – zarówno jej cienką skorupę, jak i płaszcz o bardzo dużej grubości. Związany jest on z tlenem i metalami w postaci krzemianów i glinokrzemianów lub tylko z tlenem: wtedy znany nam najlepiej jako kwarc, jedna z odmian strukturalnych dwutlenku krzemu. Kwarc jest minerałem, z którym się nie rozstajemy – chodzimy po nim, używamy przedmiotów zrobionych z niego, nawet musimy opętać się przed jego natręctwem. Jest składnikiem wielu skał, w których towarzyszą mu inne minerały. Jednak, o ile owi towarzysze ulegają dość łatwo działaniu atmosfery, czyli wody, tlenu i dwutlenku węgla, rozpuszczają się lub przemieniają w inne minerały, kwarc jest bardzo oporny na wietrzenie, zarówno chemiczne, jak i fizyczne. Nie rozłupuje się łatwo, jest dość twardy – zatem i powoli ulega ścieraniu, a w warunkach, jakie są na powierzchni Ziemi – w reakcje chemiczne wchodzi skrajnie niechętnie. Jeśli dodamy bardzo niską rozpuszczalność w wodzie, staje się jasne, dlaczego głównie (lub tylko on) gromadzi się w dużych ilościach podczas wietrzenia skał. Te nagromadzenia znamy doskonale – są to kilkumilimetrowe, zaokrąglone, przeświecające ziarenka, czyli piasek. Plaża, droga wiejska lub ścieżka, po której idziemy, składa się głównie z kwarcu. Nie rozstaniemy się z nim również, gdy przechodzimy po płytach kamiennych lub betonowych, bo jest on składnikiem skał, z których zrobiono płyty, a do betonu piasek kwarcowy dodaje się jako drobne kruszywo. W tej postaci z kwarcem spotykamy się w betonowych ścianach mieszkań, a jeżeli znajdziemy się w budynku z cegły – kwarc napotkamy zarówno w masie ceglanej, jak i w zaprawie murarskiej. Skały zbudowane ze spojonych ze sobą ziaren piasku, czyli piaskowce, są bardzo cennym i efektywnym materiałem budowlanym (fot. 1).

Jesteśmy z nim, gdy spojrzymy przez okno lub weźmiemy do ręki szklanę soku, bo kwarc jest podstawowym surowcem do wyrobu szkła. Filiżanka, talerz i inne przedmioty porcelanowe bądź fajansowe także wymagały kwarcu jako jednego z surowców. Spotkamy się z nim w postaci bardzo drobno zmielonej, gdy będziemy zmywali naczynia, ponieważ dodawany bywa do zawieszin usuwających szczególnie uporczywe zanieczyszczenia. Drobny piasek kwarcowy, skierowany w strumieniu powietrza lub wody na brudne powierzchnie kamienne albo betonowe, czyści je szybko i dokładnie (choć może raczej gwałtownie).

Zdjęcia zamieszczamy na IV stronie okładki!

Czym jest kwarc?

Minerał ten ma bardzo prosty skład chemiczny: na jeden atom krzemu przypadają dwa atomy tlenu. Jego struktura też jest nieskomplikowana, składają się na nią tzw. czworościany krzemotlenowe: każdy atom krzemu otoczony jest czterema atomami tlenu. Ponieważ po drugiej stronie każdego atomu tlenu jest następny atom krzemu, pojedynczy atom tlenu „należy” do pojedynczego atomu krzemu tylko w połowie, czyli do krzemu wewnątrz czworościanu „należą” tylko cztery połówki tlenowe, zatem stosunek krzemu do tlenu, równy 1 : 2, jest zachowany. Taka struktura oznacza, że wszystkie czworościany są połączone wierzchołkami i, poza krzemem i tlenem, nie ma w niej miejsca na inne atomy w ilościach przekraczających setne części procenta.

Wiązania krzemu z tlenem są dość silne, co powoduje, że kwarc ma znaczną twardość (7 w 10-stopniowej skali Mohsa); substancja SiO_2 topi się w wysokiej temperaturze, przekraczającej 1700°C .

Kwarc dostrzeżemy w glebie w doniczkach kwiatów oraz w podłożu w akwarium. Gdy spojrzymy na współczesny zegarek, przypomnijmy sobie, że odpowiednia płytka kwarcowa spełnia w nim rolę dawnego wahadła. Podobne płytki zapewniają bezpieczne loty i lądowania samolotów oraz podróże statków oceanicznych we mgle i nocą, umożliwiając działanie radaru.

Kwarc jest surowcem do otrzymywania krzemu i jego związków dla celów przemysłowych – od materiałów elektronicznych po węglík krzemu, bardzo twardą substancję, stosowaną do wyrobu specjalnej ceramiki oraz jako proszek ścierny. A gdy otworzymy szkatułkę z precjozami, będziemy mogli zobaczyć w wyrobach jubilerskich rozmaite odmiany kwarcu, przetworzone na oczka pierścionków, broszki, naszyjniki lub kamee.

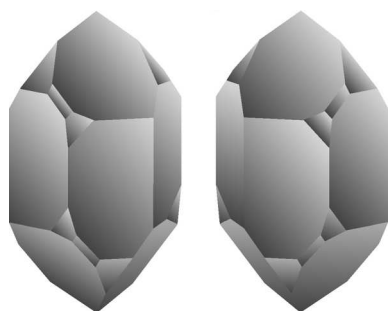
Wielkie masy ziaren kwarcu powstają dzięki wietrzeniu skał. Ilości jego są rzeczywiście ogromne, wystarczy uświadomić sobie, jak rozległe są pustynie na Ziemi – można uważać je za prawdziwe oceany kwarcu (fot. 2). Wiatr przenosi tam ziarna kwarcowe, ocierające się o siebie i dające mnóstwo bardzo drobnego pyłu kwarcowego, uciążliwego, a nawet zabójczego dla życia. Ale ten pył, osiadający nieraz w znacznej odległości od obszarów, z których został wywiany, tworzy bardzo żyzne gleby lessowe. Wiatr niosący piasek kwarcowy jest skutecznym rzeźbiarzem – twarde ziarna usuwają miększe części skał, nadając owym skałom kształty niezwykle. W pobliżu lodowców, gdzie wiatr niosący piasek przez długie okresy wiał z jednego kierunku, leżące tam głązy były przezeń szlifowane i uzyskiwały niemal płaskie powierzchnie oraz ostre krawędzie; takie ukształtowane przez kwarcowy piasek głązy nazywa się graniakami (lub eologliptolitami, czyli kamieniami wyrzeźbionymi przez wiatr, fot. 3).

Wspomniałem, że pustynie to „oceany kwarcu”. Powłoka piasku kwarcowego rozmaitej grubości zalega nie tylko na obszarach pustynnych – pokrywa przeważającą część lądów oraz dużą część dna morskiego. Na lądach górna część tej warstwy staje się osnową powstających gleb (fot. 4) – dzięki niej możliwy jest rozwój roślin. Prądy morskie, falowanie wód, rzeki, wiatr i lodowce w pokrywie piasku kwarcowego modelują różnorodne formy krajobrazowe – wyspy, mierzeje, urwiska, plaże, starorzecza, doliny, wydmy...



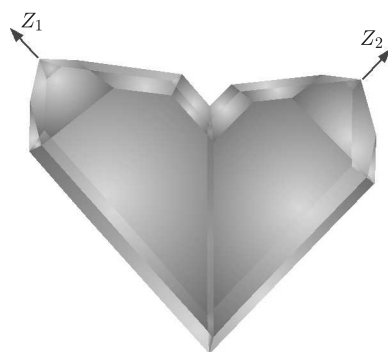
Ponieważ jednakowo silne wiązania skierowane są w różnych kierunkach, kryształy kwarcu nie mają stref o wyraźnie słabszej odporności mechanicznej i ich hupliwosć jest bardzo słaba, charakterystyczne są muszlowe powierzchnie spękań zwane przełamem. Średnia gęstość kwarcu wynosi $2,65 \text{ g/cm}^3$ i waha się w bardzo wąskich granicach.

Kryształy kwarcu bez domieszek są bezbarwne i przezroczyste – taką odmianę nazywamy kryształem górskim. Domieszki pierwiastków takich jak glin, żelazo, mangan nieprzekraczające setnych części procenta, powodują zmianę zabarwienia. Obecność żelaza II i glinu powoduje zabarwienie fioletowe – taka odmiana nazywa się ametystem; sam glin po naświetleniu np. promieniami rentgenowskimi wywołuje zabarwienie brązowe do niemal czarnego, charakterystyczne dla kwarcu dymnego i morionu. Żelazo III, prawdopodobnie jako bardzo subtelne wrostki wodorotlenku, jest przyczyną żółtego zabarwienia w różnych odcieniach; żółty kwarc nazywany jest cytrynem. Ogrzewanie ametystu powoduje jego odbarwienie od temperatury około 230°C , a powyżej 500°C – przemianę w cytryn; również kwarc dymny i morion ogrzewane stają się bezbarwne. Tytan i mangan w śladowych ilościach dają delikatne różowe zabarwienie kwarcu, często z lekkim zmętnieniem, którego przyczyną są mikronowej wielkości igielkowe wrostki rutylu (tlenku tytanu). Same igielki rutylu powodują szaroniebieskie zabarwienie kwarcu, wynikające z efektu Tyndalla. Ponadto wrostki różnych barwnych minerałów wywołują zabarwienia, np. hematyt – czerwone, goethyt – brązowe, chloryt, amfibol lub piroksen – zielone itd.



Rys. 1. Kwarc niskotemperaturowy, lewy i prawy, pokroje typowe.

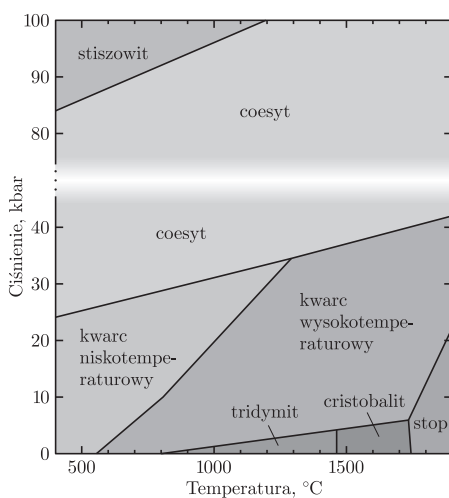
Kwarc to właściwie dwa minerały: niskotemperaturowy, istniejący poniżej 573°C (pod normalnym ciśnieniem), i wysokotemperaturowy – powyżej tej temperatury. Kwarc niskotemperaturowy ma symetrię trygonalną, tj. podczas obrotu według osi zgodnej z wydłużeniem kryształu (trójkrotnej) co 120° wygląda tak samo. Kwarc wysokotemperaturowy jest heksagonalny, czyli przy analogicznym obrocie kryształ wygląda tak samo co 60° . Kwarc niskotemperaturowy ma dwie odmiany – prawą i lewą, kryształy i ich struktury wzajemnie mają się do siebie jak przedmiot i jego odbicie w lustrze (rys. 1). Tę cechę nazywamy enancjomorfizmem; taka specyficzna struktura wywołuje zmianę (skręcenie) płaszczyzny polaryzacji światła, biegnącego wzdłuż osi trójkrotnej. Powoduje to powstanie szczególnych obrazów optycznych, zwanych spiralami Airy'ego (fot. 5). W kwarcu trygonalnym występuje zjawisko piezoelektryczności – kryształ, ściskany w pewnych kierunkach, prostopadłych do osi trójkrotnej, uzyskuje po dwóch stronach przeciwne ładunki elektryczne, a zmiana ładunków przyłożonych w tych miejscach deformuje kryształ.



Rys. 2. Bliźniak japoński; Z_1 i Z_2 to kierunki osi trójkrotnych.

Kwarc tworzy liczne prawidłowe zrosty zwane zbliźnieniami. Najpowszechniej występują bliźniaki delfinackie i brazylijskie, natomiast bardzo efektowne, o kształcie serca, są bliźniaki japońskie (rys. 2).

Kwarc powstaje w przyrodzie w bardzo różnorodnych warunkach. Odmiana wysokotemperaturowa powstaje w magmie i lawie (fot. 6) oraz w czasie przeobrażeń (metamorfizmu) skał na dużych głębokościach. Odmiana niskotemperaturowa tworzy się w czasie płytszego metamorfizmu, z gorących wód oraz na powierzchni Ziemi. Kwarc często tworzy efektowne skupienia, jak drobnoziarnisty czerwony lub brązowy jaspis, zielony z czerwonymi plamkami krwawnik albo pięknie i zmiennie wstęgowany agat (fot. 7). Piasek kwarcowy, powstały dzięki wietrzeniu skał zawierających kwarc, może przemienić się w osadową skałę związłą – piaskowiec – dzięki zrastaniu się ziaren ze sobą (fot. 8).



Minerały pokrewne

Substancja SiO_2 może tworzyć wiele odmian strukturalnych, które noszą własne nazwy mineralne. Wyróżnia się np. istniejące w wysokich temperaturach, ale pod niewysokimi ciśnieniami, tridymit i cristobalit oraz minerały właściwe dla wysokich ciśnień – coesyt powyżej 24 kbar oraz stiszowit powyżej 84 kbar. W pewnym sensie za odmianę kwarcu można uważać chalcedon, mający pokrój włóknisty, wydłużony poprzecznie do osi trójkrotnej. Tworzy groniaste skupienia i jest ceniony jako kamień jubilerski (zwłaszcza zabarwiony na zielono chryzopraz). Niekryształiczną, uwodnioną krzemionką jest opal (jego wzór chemiczny to $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). W zwyczajnej postaci jest mleczno-mętny, ale odmiana szlachetna ma efekt tęczy (iryzację); ładny wygląd powoduje, że opal szlachetny jest chętnie używany w jubilerstwie.