

## GENEZA MORSKICH OSADÓW KRZEMIONKOWYCH

**NAZWA: SKAŁY KRZEMIONKOWE** — jest dla większości geologów zrozumiała i obejmuje skały zbudowane głównie z kwarcu, chalcedonu i opalu, pozbawione na ogół materiału detrytycznego. Dokładniejsze ich określenie: skały krzemionkowe chemicznego i biochemicznego pochodzenia — jest niewygodne w użyciu, a także niezupełnie ścisłe, gdyż geneza wielu z tych osadów wiąże się z procesami wulkanizmu podmorskiego. Szwiecow proponuje w swym podręczniku krótszą nazwę „silicity“ (nazwa ta została po raz pierwszy użyta przez Teodorowicza), a Pustowałow nazwę „silikollity“. Żadna z tych nazw dotychczas u nas się nie przyjęła.

Należące do skał krzemionkowych — w podanym znaczeniu krzemienie, czerty, rogowce, jaspisy, lidyty i inne podobne — odgrywają wśród utworów osadowych dużą rolę, stanowiąc kongrecje, soczewki i warstwy w skałach o różnym charakterze litologicznym najczęściej w skałach węglanowych. Studium tych utworów dałoby niejednokrotnie wskazówki co do środowiska sedimentacji towarzyszącej im serii osadów, gdyby nie to, że geneza wielu skał krzemionkowych nie jest dziś jeszcze jasna i jest przedmiotem szerokiej dyskusji wśród geologów i petrografów.

Zasadnicze zagadnienie dotyczy możliwości

wytrącania się krzemionki z wody morskiej w wyniku procesów czysto chemicznych, bez współudziału organizmów. Nie ulega dziś wątpliwości, że w kontynentalnym środowisku sedimentacji koncentracja roztworów zawierających krzemionkę może być dostatecznie wysoka, aby wytrącenie się zaszło na drodze czysto chemicznej. Dzieje się to np. wówczas, gdy wietrzeją skały krzemianowe, a dzięki specyficznym warunkom klimatycznym oraz morfologii terenu wydzielająca się przy tym procesie krzemionka nie jest odprowadzana do mórz, lecz pozostaje na lądzie. Nie rozstrzygnięto natomiast zgodnie, czy krzemionka może ulec wytrąceniu w wodzie morskiej w wyniku procesów nieorganicznych. Wnioski te oparte są na badaniach eksperymentalnych nad wytrącaniem się krzemionki w roztworach o składzie wody morskiej, na obserwacjach oceanograficznych, na badaniach rozmieszczenia skał krzemionkowych w osadach kopalnych, a wreszcie na ich badaniu mikroskopowym.

**DOŚWIADCZENIE TARRA** (1917 r.), na którym opiera swój wniosek o nieorganicznym pochodzeniu większości skał krzemionkowych, polegało na tym, że roztwór krzemianu sodowego o stężeniu 27<sup>0</sup>/<sub>100</sub> wkraplany był do roztworu o składzie wody morskiej, powodując wytrącanie się krzemionki w postaci gelu. Tarr

interpretował wynik swego doświadczenia w ten sposób, że koagulacja krzemionki zachodziła tu przez neutralizację ujemnych ładunków koloidalnych krzemionkowych przez dodatnie jony sodu, wapnia, potasu i magnezu. Mimo że inne doświadczenia (Loweringa, Moore'a i Maynarda) wskazały na możliwość wytrącania się krzemionki z naturalnej wody morskiej dopiero przy znacznie wyższych jej koncentracjach w roztworze, niż mogłoby to zachodzić w dzisiejszych warunkach, Twenhofel widzi w procesach czysto chemicznych wyjaśnienie genezy większości morskich osadów krzemionkowych. Proces ich tworzenia się wyjaśnia Twenhofel w sposób następujący. Krzemionka pochodząca z wietrzenia skał na lądzie przenoszona jest przez wody rzeczne w roztworze częściowo molekularnym, częściowo koloidalnym. Z chwilą zmieszania się wody rzecznej z wodą morską następuje pod działaniem elektrolitów wody morskiej natychmiastowe wytrącenie gelu krzemionkowego. Zazwyczaj to wytrącenie zachodzi blisko ładu z wyjątkiem takich wypadków, gdy w płytkich morzach wody słodkie płyną dalej ponad wodą słoną. Na potwierdzenie słuszności swego poglądu, że w warunkach powolnej sedymentacji krzemionka tworzy zwarte gele nie zmieszane z osadami klastycznymi wśród osadów płytkowodnych, przytacza Twenhofel fakt obecności czertów w pensylwańskich osadach epikontynentalnych. Osady pozbawione czertów tworzą się — zdaniem Twenhofela — w większej odległości od wybrzeża morskiego. Warunkiem sprzyjającym tworzeniu się czertów i krzemieni jest płaski brzeg morza, pokryty roślinnością, tak że dopływ materiału klastycznego do wody morskiej jest nieznaczny. Jeżeli czerty i krzemienie zostaną stwierdzone w osadach bardziej głębokomorskich, należy — zdaniem Twenhofela — przypuszczać, że źródło krzemionki było tu związane z wulkanizmem podmorskim. Na zarzut, że nie zauważono obecności gelów krzemionkowych w pobliżu wybrzeży morskich w badaniach oceanograficznych, Twenhofel odpowiada, że badania te nie są jeszcze wszędzie dość szczegółowe, ponadto warunki fizjograficzne współczesnych wybrzeży morskich są tego rodzaju, że rzeki znoszą do mórz wiele materiału klastycznego, co nie sprzyja wytrącaniu się oddzielnych gelów krzemionkowych. Wskazuje on jednak na tworzenie się osadów bogatych w gel krzemionkowy u ujścia Missisipi. Obecność igieł gąbek w krzemieniach i czertach syngenetycznych nie jest dla Twenhofela dowodem ich wytrącania się przy udziale czynników biochemicznych. Igieł gąbek mogły się przypadkowo dostać do nieorganicznie wytrąconych gelów krzemionkowych dzięki temu, że gąbki rozwijały się obficie w środowisku o większym niż gdzieindziej w morzu stężeniu krzemionki. Głównym czynnikiem w procesie wytrącania się krzemionki są elektrolity wody morskiej, a bakterie swą działalnością życiową eliminują działanie organicz-

nych koloidów ochronnych, powodujących stabilizację zolu krzemionkowego. Innym nieorganicznym źródłem krzemionki (obok krzemionki przynieszonej przez rzeki z ładu) mogą być — zdaniem Twenhofela — wulkany podmorskie.

**CORRENS** opierając się na doświadczeniach własnych oraz innych badaczy stanowczo odrzuca możliwość bezpośredniego wytrącania się krzemionki w wodzie morskiej w rezultacie czysto chemicznych procesów. Z przytoczonych przez niego wyników doświadczeń widać, że jedynie stężone roztwory krzemianu sodowego wprowadzone do naturalnej wody morskiej powodują wytrącanie się gelu krzemionkowego. Natomiast przy stężeniach jeszcze 50-krotnie większych niż stwierdzone współcześnie stężenie krzemionki w wodzie morskiej nie dochodzi do utworzenia gelu. Przyczyna tego faktu jest zdaniem Corrensa zupełnie jasna: krzemionka nie jest tak jak substancja ilasta zolem hydrofobnym, szybko wytrącającym się pod działaniem elektrolitów, lecz zolem hydrofilnym, słabo reagującym na działanie elektrolitów. Ponieważ ponad to rozpuszczalność krzemionki wzrasta wraz ze wzrostem alkaliczności roztworu, należy — zdaniem Corrensa — oczekiwać raczej dalszego rozpuszczania się krzemionki przy przejściu wód rzecznych do wody morskiej, a nie jej wytrącania. Wytrącenie to mogłoby zajść jedynie w przypadku, gdyby wyjątkowo znaczne ilości krzemionki zostały przez wody rzeczne przyniesione do morza.

W najnowszej swej pracy S. W. Brujewicz rozpatrzył obfity materiał doświadczalny dotyczący procesów wytrącania się gelu krzemionkowego oraz materiał obserwacyjny dotyczący stężenia krzemionki w wodzie morskiej i wodach gruntowych. Autor wyciąga następujące wnioski. Krzemionka znajduje się w wodzie morskiej głównie w postaci roztworu molekularnego, a bardzo nieznaczne ilości występują w postaci zolu oraz zawiesiny płynu mineralnego i detrytusu planktonicznego. Przy normalnej kwasowości wody morskiej główna część rozpuszczonej krzemionki występuje w postaci niezdyssocjonowanego kwasu krzemowego, nieznaczna część znajduje się w roztworze jonowym. Maksymalne stężenie krzemionki w wodzie morskiej (26,7 mg SiO<sub>2</sub> w litrze) wynosi około 1/3 ilości odpowiadającej stanowi nasycenia. Na podstawie tych danych Brujewicz wnioskuje, że jedynie na drodze biochemicznej może nastąpić wytrącenie krzemionki w wodzie morskiej.

**PRZYTOCZONE** zarówno przez Corrensa, jak i przez Brujewicza fakty dotyczą jednak warunków współczesnych. Jeżeli krzemionka nie może ulec wytrąceniu w wodzie morskiej poprzez procesy nieorganiczne przy dzisiejszych warunkach sedymentacji, nie znaczy to, że nie wytrącała się w ten sposób w utworach kopalnych. Na tym stanowisku stoją Szwiecowa i Ruchin. Według tych autorów w pradziejach skorupy ziemskiej procesy wie-

trzenia na lądzie dostarczały do mórz znacznie więcej krzemionki niż obecnie, gdyż skorupa ziemska nie była przykryta tak grubym jak dzisiaj płaszczem skał osadowych, w których skały węglanowe odgrywają znaczną rolę. W erze przedkambryjskiej i paleozoicznej osady krzemionkowe powstawały przeto głównie w wyniku procesów nieorganicznych. W późniejszych okresach coraz wybitniejszą rolę odgrywały tu organizmy, a procesy nieorganiczne schodziły na drugi plan. Wulkaniczna działalność podmorska w wielu wypadkach przyczyniła się wybitnie do bezpośredniego lub pośredniego zwiększenia dopływu krzemionki. Począwszy od trzeciorzędu w tworzeniu krzemionkowych osadów morskich odgrywają główną rolę czynniki biochemiczne. Szwiecow podkreśla jednak fakt, że wiele krzemieni i czertów jest pochodzenie epigenetycznego, mogą być one zupełnie nie związane z procesami sedymentacji morskiej, lecz z procesami diagenetyzacji na lądzie. Tutaj krzemionka mogła się wytrącić drogą czysto chemiczną, lecz z wód powierzchni-

niowych, które i współcześnie mogą uzyskać odpowiednie stężenie dla nieorganicznego wytrącenia krzemionki.

## L I T E R A T U R A

- Br u j e w i c z S. W. — K geochemii kremenia w morie. „Izwestia Ak. Nauk SSSR“, 1953, nr 4.
- C o r r e n s C. W. — Die Sedimentgesteine. (Barth, Correns, Escola — Die Entstehung der Gesteine), 1939.
- C o r r e n s C. W. — Über die Löslichkeit von Kieselsäure in schwach sauren und alkalischen Lösungen. Chemie der Erde. 1940/1941.
- M o o r e E. S., M e y n a r d J. E. — Solution, transportation and precipitation of iron and silica. „Econ. Geol.“, 1929, vol. 24.
- R u c h i n L. B. — Osnovy litologii. Uczenie ob osadoczných porodach. Moskwa—Leningrad 1953.
- S z w i e c o w M. S. — Petrografija osadoczných porod. Gosgeolizdat. Moskwa—Leningrad 1948.
- T w e n h o f e l W. H. — Principles of sedimentation. New York—Toronto—London, 1950.
- W i s z n i a k o w S. G. — Kremnistyje obrazowanija w karbonatnych porodach niznego i srednego karbona siewiero-zapadnogo krylja podmoskowskogo bassiejna. „Izwestia Ak. Nauk SSSR“, ser. geol., 1953, nr 4.

(d. c. ze str. 311)

**ALEKSY OWCZAREK**  
**PALEOZOICZNE RUDY ŻELAZA**  
**LITERATURA**

1. **P a z d u r.** — Z przeszłości Staropolskiego Zagłębia Górniczego. „Przegląd Geologiczny“ nr 5/53.
2. **R a d w a n M.** — Z dziejów wytopu. Katowice 1937 r.
3. **S a m s o n o w i c z J.** — Cechsztyń, trias i lias na północnym zboczu Łysogór. PIG Sprawozdania. 1929, V.