

RYSZARD MICHNIAK

Polska Akademia Nauk

NAZEWNICTWO, GENEZA I WYSTĘPOWANIE KRZEMIENI*)

UKD 552.553:001.4

Osadowe skały krzemionkowe są znane w przyrodzie pod dwiema postaciami: jako ciągłe, regularne warstwy różnie określane – którym zwykle się przypisywać wprost lub pośrednio organogenne pochodzenie – oraz jako izolowane bulaste skupienia, nazywane krzemieniami i powszechnie traktowane jako конкреcje. Pierwsze tworzą zarówno własne kompleksy skalne, jak i pojedyncze przerosty we wszystkich typach skał osadowych. Drugie są spotykane praktycznie tylko wśród skał węglanowych. Krzemienie nigdy nie towarzyszą warstwowym skałom krzemionkowym, ale strefy ich występowania w profilach często ogranicza od dołu lub góry ciągła warstwa skały krzemionkowej. Może to być współwystępowanie przypadkowe. Wiele danych wskazuje jednak na to, że jest to rezultat zmiany postaci krzemionki w środowisku wodnym w wyniku ewolucji basenu sedymentacyjnego. Powstanie конкреcji w osadzie czy w skale wymaga istnienia roztworów właściwych kwasów krzemowych. Swobodna migracja żeli krzemionkowych w takim środowisku, jakkolwiek teoretycznie możliwa, jest w rzeczywistości bardzo utrudniona. Warstwowe skały krzemionkowe tworzą się natomiast z roztworów koloidalnych i zawiesin.

Klasyfikacja skał krzemionkowych i związane z nią nazewnictwo poszczególnych typów skalnych jest odzwierciedleniem stopnia ich poznania. A są to skały w niewielkim jeszcze stopniu opracowane i poznane. Nawet zastosowanie najnowszych technik badawczych, z elektronowym mikroskopem włącznie, wbrew oczekiwaniom niewiele wniosło tu nowego. Systematyka warstwowych skał krzemionkowych opiera się nadal na przekonaniu o poorganicznym pochodzeniu ich materii. Jeżeli w skałach dostrzec można chociażby ślady struktur organicznych, z prze-

konaniem mówi się o radiolarytach, spongiolitach i diatomitach. Gdy brak tych struktur, pewność badaczy maleje i mówi się wówczas o rogowcach, jaspisach, lidytach czy ftanitach, przy czym każdy z autorów różnie definiuje te pojęcia.

Przy bulastych krzemieniach sprawy te są jeszcze bardziej skomplikowane. Przekonanie o ich konkretyjnej genezie ustawia jednokierunkowo wszelkie próby ich podziału i nie zważając na ich ewidentne zróżnicowania zezwala na posługiwanie się jednym uniwersalnym terminem – krzemień. W terenowej i laboratoryjnej praktyce podejście takie zwykle jest nie do przyjęcia. Stąd jedni badacze posługują się ostrożnie tylko ogólnikowymi sformułowaniami, a inni tworzą własną terminologię, często na użytek jednej zaledwie publikacji. W rezultacie informacje zawarte w wielu opracowaniach są nie tylko nieporównywalne ze sobą, ale często nie zupełnie zrozumiałe.

Krzemienie są materiałem niewątpliwie trudnym do badań, wymagającym specjalnych metod poznawczych. Ale narosło też wiele kwestii wymagających jedynie uzgodnień i usystematyzowań powszechnie znanych faktów i spostrzeżeń. Autor podejmuje więc dyskusyjną próbę uporządkowania kilku kwestii związanych z bulastymi skupieniami skrytokrystalicznej krzemionki.

DEFINICJE I NAZEWNICTWO

Termin krzemień pojawił się w naszej literaturze po raz pierwszy w zielniku M. Siennika wydanym w Krakowie w 1568 r. W starszych herbarzach S. Falimierza z 1534 r. czy H. Spyczyńskiego z 1542 r. uwagi o tej kopalinie znajdują się pod hasłami „skałka” i „krzesak”. Słowo krzemień szybko zdomowało się w naszym języku potocznym i jako takie zostało odnotowane w słowniku S.B. Lindego

* Praca wykonana w ramach problemu CPBP 03.04

z 1855 r. — „...Kamień jakoby z jakiego ciemnego szkła ulany, pospolicie czarny, kamień skry wydający...”. To adekwatne do obiegowej opinii objaśnienie krzemienia nie może jednak uchodzić za jego definicję. Nie wszystkie bowiem krzemienie są kamieniami skry wydającymi. Tak zwane pistony rzucające iskrę na proch w broni skałkowej były wyrabiane w ubiegłych wiekach z krzemieni wołyńskich i krakowskich, ponieważ najbliższe i najbardziej dostępne krzemienie świętokrzyskie cechy tej właśnie nie mają.

W pracach naukowych, noszących w tamtych czasach postać podręczników, krzemienie traktowano szerzej, formułując często o nich zadziwiająco poprawne uwagi. Na przykład w podręczniku mineralogii F. Drzewińskiego, wydanego w Wilnie w 1816 r., krzemienie zaliczono do „familji” kwarcu, a o występowaniu ich w przyrodzie możemy przeczytać: „Znajduie się w massach niewielkich, mających różne postaci naśladownicze: nerkowate, guzowate, okrągławe, kuliste, owalne, poczwarowate itd., powierzchnia ich zawsze pokryta iest wapienną skorupą mniej więcej grubą”.

Bliższą naszym czasom definicją krzemieni jest sformułowanie J. Morozewicza z 1931 r., zawarte w tłumaczonym przez niego podręczniku mineralogii G. Tscherbaka. Zaliczył on go do odmian chalcedonu i przedstawił następująco: „koloru szarego, żółtawego lub czerwonego występuje w skupieniach bulastych lub w postaci płyt, a nawet pokładów, zwłaszcza w kredzie na wyspach Rugji i Møen, na Jutlandji, w Anglii; u nas pospolity w warstwach kredowych i jurajskich w Lubelskiem, w Krakowskiem, nad Dniestrem itd.”. Sformułowanie to jest odbiciem laboratoryjnego podejścia do skał krzemionkowych, preferującego skład mineralny i struktury przed przestrzenną formą czy sposobem ich występowania w przyrodzie. Z definicji tej wynika, że krzemieniami są zarówno bulaste, jak i warstwowe krzemionkowe wtrącenia w węglanowych utworach mezozoiku.

Takie pojmowanie krzemieni dostrzec można niejednokrotnie nawet w najnowszych naszych publikacjach. Nie zawsze wiążą się one wyłącznie z definicją J. Morozewicza. Znaczny wkład ma tu także fundamentalna dla skał krzemionkowych monografia L. Cayeux (2), mówiąca o tego typu skałach we Francji. Zawarte w niej podziały i wnioski, jakkolwiek nie wszędzie akceptowane, zrodziły powszechny rozdziewiek między naukowym i obiegowym pojmowaniem krzemieni. Potocznemu określeniu francuskiego terminu *silex* — krzemień, nadał L. Cayeux inny naukowy sens. *Silex* stał się u niego jedną ze skalnych odmian, tworzącą łącznie z jurajskimi *chailles* i karbońskimi *silexites*, grupę krzemionkowych skał powstających w środowisku morskim, ale wśród węglanowego otoczenia. Bulaste *chailles* i *silexites* uznał on za wczesnodiaogenetyczne kongrecje krzemienne. *Silexy*, nie przywiązane do utworów konkretnego wieku, a przybierające częściej warstwowe niż bulaste postacie, uznał za sedymenty, których podział następnego rzędu przeprowadził na składnikach charakteryzujących poszczególne części otwartego i zamkniętego morza. Krzemienie kredowe określił mianem *chert* i chociaż uznawał je także za wczesnodiaogenetyczne kongrecje, to umieścił je w grupie morskich krzemionkowych skał, ale powstających wśród krzemionkowego otoczenia. Wszystko więc co powszechnie uważano za krzemień otrzymało u niego nowe miano, zaś terminowi krzemień przypisał nowe znaczenie.

Zasługą L. Cayeux było niewątpliwie zwrócenie uwagi na odmienny wygląd krzemieni wieku kredowego, jurajskiego i karbońskiego. Ten typomorficzny podział krzemieni

został jednak zniweczony niezręcznością w zastosowaniu terminu *chert*. Zapożyczył on go bowiem ze starej angielskiej literatury od W. Bucklanda (1817), w której oznaczał zupełnie co innego. Zrodziło to trwającą do dzisiaj rozbieżność w pojmowaniu tego terminu między badaczami szkoły francuskiej i angloamerykańskiej. Dla pierwszych są to jasne, bezkształtne i bez ostrych konturów kredowe bulaste krzemienne, dla drugich — krzemionkowe skały o zniszczonych organicznych strukturach, bez względu na ich przestrzenną formę występowania. Ostatnimi laty notuje się jednak w literaturze angloamerykańskiej próby precyzowania przestrzennej postaci opisywanych skał przez określenia: *bedded chert* lub *nodular chert*. Potoczne angielskie słowo *flint* oznaczające krzemień używają głównie archeolodzy.

Pojęcie *chertu* we francuskim znaczeniu tego słowa trafiło do naszej geologicznej literatury za sprawą Z. Sujkowskiego (11). Przyjął on je wiernie jako określenie kredowych krzemieni tkwiących w opokach lubelszczyzny. Spolszczeniu słowo to uległo dopiero u innych autorów. Ciemnymi krzemieniami z jurajskich utworów Z. Sujkowski się nie zajmował. Opracowując jednak paleozoiczne krzemienie Gór Świętokrzyskich (12) odstąpił już od terminologicznych reguł swojego mistrza i nazwał je mało typowymi radiolarytami. To określenie zupełnie się nie przyjęło, a brak rodzimych czy ogólnie przyjętych wzorców doprowadził w naszym nazewnictwie krzemieni do dużej dowolności. Niekorzystnie przy tym nakłada się ono na dostrzeżony brak jednomyślności w rozumieniu samego pojęcia. Czy wyraźnie wyodrębniające się z wapieni bulaste twory, składające się w 40% z krzemionki i w 60% z węglanów, są jeszcze krzemieniami czy już nie?

Rozpiętość w rozumieniu pojęcia krzemień wydaje się być jednak mniejszą niż mnogość ich określeń. Bulasta forma krzemieni jest raczej nie kwestionowana przez większość naszych badaczy, chociaż nie zawsze była krzemienią jest synonimem krzemienia. W wyraźny sposób ciąży tutaj stare uytylitarne opinie obiegowe o tej skale. Ogólnie akceptowany jest ich podstawowy skład skrytokrystaliczny kwarcowy lub krystobalitowy. O chalcedonowym składzie mówi się tylko w pracach starszych. Dyskusyjne pozostają mechanizmy tworzenia się krzemieni i wiążące się z nimi dopuszczalne domieszki traktowane jako integralne ich składniki. Jest to jedna z przyczyn, dla których krzemienie rozpatruje się zwykle jako produkty lokalne. Genetyczna klasyfikacja krzemieni, nosząca cechy uniwersalności i porządkująca ich nazewnictwo, jest jeszcze kwestią przyszłości. Dlatego w imię wzajemnego rozumienia publikowanych materiałów należy unikać hasłowego terminu krzemień, a częściej posługiwać się czy uwypuklać cechy zaobserwowane wśród tych skał przez L. Cayeux (2). Jest to bowiem wielce użyteczny ich podział, którego nie ma powodów ani zapominać, ani odrzucać.

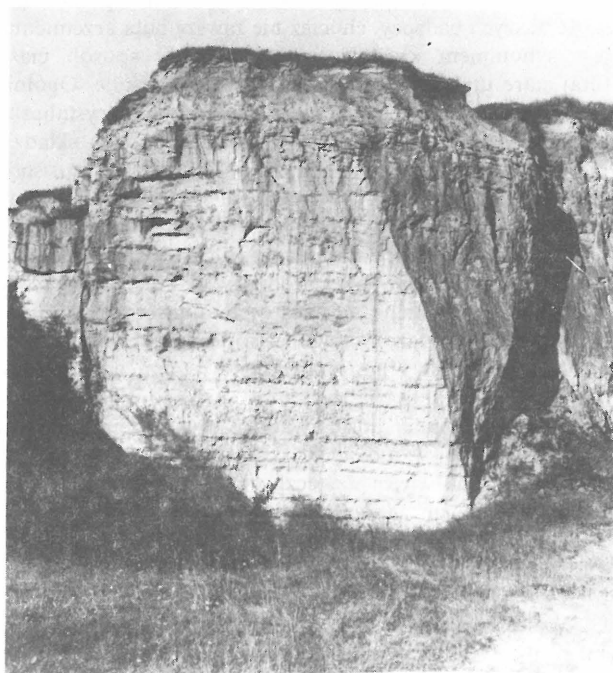
PETROGENEZA KRZEMIENI

W stosowanym dotychczas genetycznym podziale krzemieni uwzględniono ich dwie generacje: wczesno- i późnodiaogenetyczne. Rzecz jednak w tym, że różni badacze różnie pojmują procesy rozpoczynające diagenezę i że często każdą bulastą formę krzemieni utożsamiają z pojęciem kongrecji, a to jednoznacznie, jak i bezpodstawnie przesądza ich genezę. Kongrecje krzemienne niewątpliwie dominują wśród krzemieni, ale są również i takie, które z kongrecyjną genezą nie mają nic wspólnego. Najliczniejsze są krzemienie będące kongrecjami środowanostawowymi, tworzące się w osadzie czy już w zlyfikowanej skale wskutek

wzbudzonej aktywności mineralnego zarodka rozrastającego się dzięki dyfuzyjnemu wyrównywaniu stężeń porowych roztworów. Mniej liczne są krzemienie będące konkrejami dennymi, powstającymi na granicy dwóch różnych środowisk i czerpiące swoją materię zarówno z roztworów krążących w osadach, jak i z wody morskiej. Istnieją wreszcie krzemienie, które początkowo były warstwowymi nagromadzeniami żelowej krzemionki porożrywanyymi wtórnie na izolowane bryły wskutek zmniejszania objętości przy utracie wody i nacisku skał nadległych.

Odczytanie środowiska i mechanizmu powstawania buł krzemiennych jest zadaniem trudnym. W badaniach tego typu mało doceniana wydaje się analiza wewnętrznej budowy buł. Wszystkie utwory konkrecyjne jako ciała narastające sukcesywnie tworzą swoją materię selektywnie i to bez względu na to czy powstawały od środka na zewnątrz, czy też odwrotnie (tzw. konkreje cementacyjne). Fakt ten powoduje strefowo-koncentryczną budowę tych buł. Problem jednak w tym, że zazwyczaj jest ona niewidoczna nieuzbrojonym okiem, a do jej stwierdzenia są potrzebne badania laboratoryjne. Ponadto często trudno rozstrzygnąć czy ma się do czynienia ze strefowością pierwotną – wzrostową, czy też wtórną – diagenetyczną. Obie strefowości nierzadko wzajemnie się uzupełniają w jednej i tej samej bule.

Wyraźnie strefowo-koncentryczną budowę wewnętrzną mają współcześnie tworzące się morskie konkreje manganowe (3, 9). Zonalną budową wewnętrzną odznaczają się też współcześnie tworzące się lądowe konkreje: węglanowe konkreje jezior, krzemionkowe konkreje półpustyń i pustyń z okresowymi opadami, lodowe konkreje suchych pustyń czy pirytowe konkreje kwaśnych środowisk bagiennych (6). Budowę taką stwierdzano również w kopalnych konkrejach krzemiennych. M. Mišik (8)



Ryc. 1. Kamieniołom w Janikowie. Dolnoturońskie detrytyczne wapień mszywołowe rowu tarłowskiego nad środkową Wisłą z rytmicznie powtarzającymi się lawicami niekonkrecyjnych krzemieni. Fot. J. Budziszewski

Fig. 1. Quarry at Janików upon the Middle Vistula River. Lower Turonian detrital bryozoan limestones of the Tarłów Trough, displaying rhythmic layers of nonconcretional nodular cherts. Photo by J. Budziszewski

obserwował ją w krzemieniach z wapieni pogranicza jury i kredy Karpat Zachodnich, A.H.F. Robertson (10) opisał strefową budowę kredowych krzemieni Cypru, a autor (7) turońskich krzemieni znad środkowej Wisły. Natomiast krzemienie sedymentacyjne, niekonkrecyjne genety, budowy takiej nie mają. Wnętrze ich buł jest zawsze jednorodnie strukturalnie i teksturalnie. Jeżeli zaznaczają się w nich przeobrażenia diagenetyczne, to rysują się one jednokierunkowo zgodnie z pierwotnym ułożeniem żelowej warstwy. Dodatkową zaś cechą identyfikacyjną takich krzemieni jest częsta obecność w ich składzie komponentów nie spotykanych w skałach otoczenia.

Niemniej ważne informacje można też otrzymać z analizy strefy kontaktowej buły krzemiennej ze skałami otaczającymi. Konkrecje śródwartwowe tkwiące w swoich skałach macierzystych mają zawsze białe kory. Jest to strefa przejściowa dwóch różnych mas skalnych, składająca się z trudniej wypieranych składników skały wapiennej i rozszerzającej swój zasięg substancji krzemionkowej. Dlatego białych kor nie należy mylić z diagenetycznymi białymi otoczkami krzemieni będących substancjonalnie ich integralnymi częściami. Konkrecje denne białych kor nie mają. Sposób ich tworzenia się znany ze współcześnie powstających konkreji manganowych. Jak wykazali G.P. Glasby i R.J. Singleton (4), w miejscach tworzenia się konkreji manganowych wokół Nowej Zelandii powierzchnia dna jest gładka, bez śladów działalności organizmów żywych i bez zmarszczek prądowych, a jest utrzymywana w takim stanie słabymi prądami przydennymi zmywającymi świeży osad. Jest to coś w rodzaju twardego dna o tyle nietypowego, że dolna część buł pogrążona jest jednak w osadzie. Ta część rośnie szybciej niż część wynurzona. Żadna z nich nie ma nawet szczytkowych postaci białych kor.

Przy krzemieniach sedymentacyjnych sprawa białych kor rysuje się mało przejrzysto. Istnienie tych stref jest bowiem uzależnione od bardzo wielu czynników: od charakteru osadu podścielającego i przykrywającego oraz przede wszystkim od stopnia plastyczności krzemionki w momencie jej rozrywania. Poznane dotychczas krzemienie tego typu mają białe kory, chociaż charakteryzują się one bardzo nieregularną grubością, na ogół inną w dole i w górze buły krzemiennej.

Pewnej orientacji w wyjaśnieniu problemu pochodzenia krzemieni dostarczyć może sam kształt buły. Kształty konkreji śródwartwowych mogą być zarówno zwarte – elipsoidalne lub kuliste, jak również bardzo nieregularne, wielokierunkowo rozczłonkowane. Nie są one jednak nigdy silnie spłaszczone. Zawsze też zachowują kształt pierwotny. Z terenowych obserwacji wiemy, że konkreje jurajskie mają zazwyczaj bardziej zwarte kształty buł niż konkreje kredowe. Pierwsze spotykamy głównie w wapieniach, drugie w opokach. Według S. Kwiatkowskiego (5) kształt konkreji krzemiennych modeluje gęstość i stopień jednorodności osadów, w których one powstają. W osadzie jednorodnym o wyrównanej gęstości i równomiernym rozmieszczeniu materii organicznej tworzą się krzemienie o regularnych kształtach elipsoid. W osadzie zaś niejednorodnym o zmieniającej się gęstości i przypadkowym rozmieszczeniu substancji organicznych powstają krzemienie o nieregularnych zarysach swoich buł.

Niepowtarzalne, asymetryczno-dyskoidalne lub bochenkowate kształty buł konkreji dennych są wynikiem nierównomiernego wzrostu obu ich połówek. Tą silniej rozbudowaną połówką jest zawsze ich część dolna. Często płaszczynę powierzchni dna utrwalają „mikrokonkrejki” porphyklejane w formie wianka do buły głównej.

Gdy były toczone lub wleczone po dnie morskim, „mikrokonkrecyjki” oblepiają je dookoła, a nawet na pewną głębokość wnikają w ich ciała. Takie konkrecje denne zatracają swoje pierwotne kształty przybierając przypadkowe zarzysy.

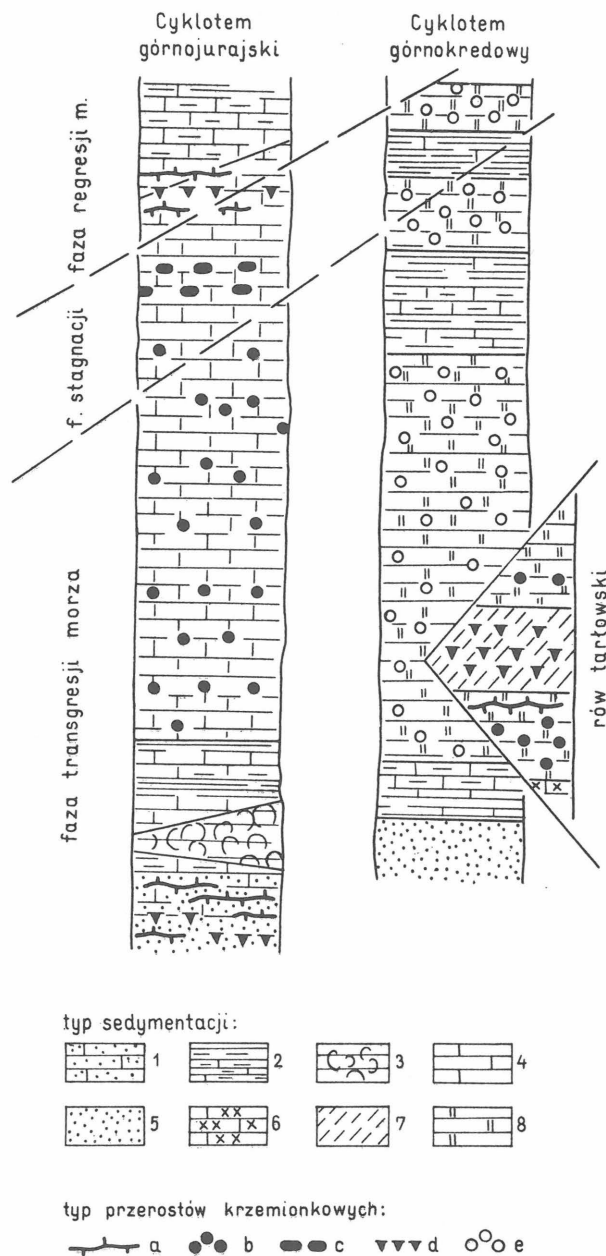
Dowolne i przypadkowe kształty buł mają też krzemienie sedymentacyjne. Najbardziej charakterystyczne dla nich są jednak formy grzybiaste czy grzybopodobne lub nieregularne z odrostami biegnącymi w różnych kierunkach w zależności od możliwości stwarzanych im przez skały otoczenia. Bułom takim towarzyszą niekiedy wyklinowujące się krzemionkowe laminy, podkreślające płaszczyznę oddzielności warstw lub spękań skał.

WYSTĘPOWANIE I ROZMIESZCZENIE KRZEMIENI

Oglądając jedno czy kilka rozrzuconych w terenie odsłoneń, odnosi się zwykle wrażenie, że krzemienie w profilach występują przypadkowo i są w nich bezładnie rozmieszczone. W rzeczywistości ich pojawienie się i zanikanie podlega określonym prawidłowościom, których symptomy nie są jeszcze w pełni rozpoznane, ale są coraz częściej dostrzegane i odnotowywane. Znanym faktem jest brak krzemieni w niektórych odmianach skał węglanowych, które w głównej swojej masie są przecież podstawowymi ich nośnikami. Krzemienie nie występują nigdy wśród utworów rafowych i biohermalnych. Zjawisko to jest różnie interpretowane, najczęściej w aspekcie środowiska fizyko-chemicznego wytwarzanego lokalnie przez rozkładającą się materię organiczną. Nie występują nigdy w wapieniach magnezowych i dolomitycznych (tych pierwotnych), co wskazywać może na hamującą rolę Mg w procesie wytrącania się krzemionki. Nie spotyka się też krzemieni wśród wielu wapieni ilastych. Istnieje bowiem pewien nieprzekraczalny ilościowo i jakościowo próg zailenia osadu, powyżej którego środowisko staje się na tyle alkaliczne, że uniemożliwia wytrącanie się krzemionki. Natomiast wkłady i przerosty skał ilastych w węglanowych profilach często stanowią dla migrującej krzemionki filtr nie do przebycia, z powodu wychwytywania jej przez minerały przebudowujące swoje struktury sieciowe. Uwagi te odnoszą się oczywiście tylko do krzemieni konkrecyjnych. Występowanie krzemieni sedymentacyjnych rządzi się odmiennymi prawami, typowymi dla powstawania warstwowych skał krzemionkowych.

Uświadomienie sobie powyższych faktów pozwala zrozumieć występowanie i rozmieszczenie krzemieni zgodnie z rozciągłością warstw na dowolnym obszarze. W tych ogniwach stratygraficznych, w których na większych przestrzeniach panowała jednolita litofacja, w zależności od typu skał węglanowych – krzemienie nie występują w ogóle lub występują w regularnie biegnących horyzontach, często korelatywnych. Natomiast w ogniwach stratygraficznych, w których zmieniały się i wzajemnie zastępowały różne facje, krzemienie pojawiają się miejscami z ograniczonym terytorialnie zasięgiem, wywołując właśnie wrażenie przypadkowego występowania.

Pojawienie się i zanikanie krzemieni w pionowym profilu węglanowych cyklotemów jest zjawiskiem związanym z konkretnym zbiornikiem sedymentacyjnym. Nie mamy jeszcze dość danych, by obserwacje tego typu uogólniać i przenosić na odległe od siebie obszary. Doskonałym terenem dla takich badań jest wschodnia część mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich między doliną rzeki Kamiennej i środkową Wisłą. Obserwujemy tam bogate w krzemienie różnej genezy dwa niezależne węglanowe



Ryc. 2. Schemat występowania i rozmieszczenia krzemieni w mezozoicznych osadach nad rzeką Kamienną i środkową Wisłą

Typy sedymentacji: 1 – mieszana piaszczysto-węglanowa, 2 – mieszana ilasto-węglanowa, 3 – węglanowa organochemiczna, 4 – węglanowa pelitowo-oolitowa, 5 – piaszczysta, 6 – węglanowa chemiczna, 7 – węglanowa detrytyczna, 8 – mieszana węglanowo-krzemionkowa. Typy przerostów krzemionkowych: a – warstwowe skały krzemionkowe, b – krzemienne konkrecje śródwarstwowe, c – krzemienne konkrecje denne, d – krzemienie sedymentacyjne (niekonkrecyjne), e – czerty

Fig. 2. Scheme of occurrence and distribution of cherts in Mesozoic sediments cropping out in the Kamienna and Vistula river valleys

Types of sedimentation: 1 – mixed, sandy-carbonate, 2 – mixed, clay-carbonate, 3 – organochemical carbonate, 4 – pelitic-oolitic carbonate, 5 – sandy, 6 – chemical carbonate, 7 – detrital carbonate, 8 – mixed, carbonate-siliceous. Types of siliceous intergrowths: a – layered siliceous rocks, b – interstratal siliceous nodules, c – basal siliceous nodules, d – sedimentary (nonconcretional), e – cretaceous light cherts

cyklotemy – górnourajski i górnokredowy. Pierwszy jest cyklotemem dynamicznie zróżnicowanym, składającym się z fazy transgresywnej, okresu stabilizacji linii brzegowych i fazy regresywnej. Drugi z bardzo wydłużoną fazą transgresywną, odznaczającą się dwoma maksimami głębokości, przechodzi w stadium ustabilizowanego zbiornika sedymentacyjnego. W jednym i drugim cyklotemie wolna krzemionka pojawiła się w basenach morskich prawie jednocześnie z substancją węglanową.

W górnourajskim profilu krzemionka pojawiła się na pograniczu keloweju – kończącego w tym rejonie sedymentację klastyczną i oksfordu – rozpoczynającego sedymentację chemiczną. Pierwsze od dołu profile przerosty skrytokrystalicznej krzemionki pojawiają się już w warstwach przejściowych, piaszczysto-węglanowych. Są to w zasadzie warstwowe skały krzemionkowe, ale z wyraźną tendencją do rozpadania się na izolowane buły (krzemienie sedymentacyjne). Obserwować to można w starym łomie Wióry – Młyn pod Ćmielowem. W ukazujących nieco młodsze utwory łomach Drygulca, warstwowe przerosty krzemionkowe nie mają już tej cechy. Są to bowiem słoje wtórnie zsylikowanych wapieni piaszczystych. Zarówno charakter deponowanych osadów, jak i obserwowane w nich krzemionkowe rytmy zdają się świadczyć, że wstępne stadia rozwoju zbiornika nie sprzyjają powstawaniu krzemieni konkrecyjnych.

Krzemienie konkrecyjne pojawiają się w profilu dużo wyżej, dopiero w warstwach oksfordu środkowego. Pojawiają się, gdy linia brzegowa zbiornika jest na tyle oddalona, że ustaje zupełnie dopływ materiału terygenicznego i zostaje zahamowany kolonijny rozwój organizmów żywych, a reżim sedymentacji ustabilizowany do czystych wapieni drobnopelitowych przeławianych co najwyżej wapieniami oolitowymi. Ponieważ takie warunki są osiągalne w różnych miejscach w niejednakowym czasie, śródwarstwowe krzemienie konkrecyjne pojawiają się niejednocześnie na całym obszarze wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Odslonięciami ukazującymi wspomniane zależności jest grupa łomów w Przepaści pod Ćmielowem. Zazębiają się tam ze sobą wapienie krynoidowe, wapienie gąbkowe (rafowe), wapienie dolomityczne, łupki margliste i wapienie pelitowe. Nośnikami krzemieni są wyłącznie wapienie pelitowe, a zanikają one momentalnie, gdy skały te przechodzą poziomo w inne odmiany wapieni.

Śródwarstwowe krzemienie konkrecyjne pojawiają się w oksfordzie profilu rzeki Kamiennej jako pojedyncze, nieliczne i drobne buły bezładnie rozrzucone w skalnej masie. Ku górze profilu mają większe rozmiary, zwiększa się częstość ich występowania a rozmieszczenie jest uporządkowane zgodnie z warstwowaniem skał macierzystych. Maksimum takiego uporządkowania i rozmiarów buł osiągają w starszym oksfordzie górnym (dawny raurak), którego osady kończą transgresywną fazę górnourajskiego cyklotemu.

Młodsza część oksfordu górnego (dawny astart) wypełniają wyjątkowo czyste pod względem chemicznym wapienie pelitowe o zawartości do 99% CaCO_3 przeławiane równie czystymi wapieniami oolitowymi lub same zawierające pojedyncze oolity (1). W wapieniach tych biegną dwie ławice tzw. krzemienia pasiastego, ciągnące się od Zawichostu po Iłżę w niezmiennym stratygraficznie położeniu. Buły krzemieni pasiastych osiągają 60–80 cm, a nawet powyżej jednego metra średnicy. Odznaczają się wszystkimi cechami konkrecji dennych. Na tak dużym obszarze występowania nie zawsze jednak kształty buł są takie same. W rejonie Zawichostu są bardziej zbliżone do zarysów konkrecji śródwarstwowych, ale nie mają białych kor. W rejonie Ożarowa przybierają bochenkowa-

tą, wyburzuszoną do dołu formę. W dalszym biegu ławice kształty buł są już dyskoidalne, ale nie równopółkowe, często z utrwalającym płaszczynę dna wianuszkami przyklejanych do nich mikrokonkrecyjek. Miejscami dostrzec też można ich wtórne zniekształcenia, np. w Skarbce Dolnej, gdzie spotykamy buły toczone po dnie morskim lub w Krzemionkach, gdzie obserwujemy plackowato rozlane ich odmiany. Chemicznie czyste wapienie z regularnie biegnącymi ławicami krzemieni pasiastych są efektem etapu stagnacji w rozwoju górnourajskiego basenu sedymentacyjnego.

Ponad ławicami krzemieni pasiastych – według jednych badaczy w stropie oksfordu, a według innych już w klimerydzie – zaznaczają się pierwsze oznaki regresji morza. Objawia się to coraz silniejszym zaileniem wapieni. Z początkiem tego procesu, w wapiennych jeszcze warstwach skalnych na rozległym obszarze w pasie Sienno – Iłża – Wierzbica pojawiają się liczne poziomy tzw. krzemienia czekoladowego. Nie jest dokładnie wyjaśnione czy przerosty te tworzą kilka następujących po sobie różnowiekowych poziomów, czy też regresja na tym obszarze rozpoczęła się niejednocześnie i dlatego czekoladowe krzemienie w różnych miejscach występują w różnych wiekowie warstwach. Faktem jest jednak duże zróżnicowanie ich form przestrzennych. W Glinianach pod Ożarowem są to buły o kształcie typowym dla konkrecji śródwarstwowych. W Seredzicach pod Iłżą częste są formy grzybiaste lub nieregularne, którym towarzyszą cienkie linearne przerosty krzemionkowe. W Duranowie pod Chałupkami i w Predocinie pod Wierzbicą zniekształcone soczewy i płaskury przeważają nad formami bulastymi. Przerosty te w obecnych postaciach trudno uznać za warstwowe skały krzemionkowe. Trudno też przekonywająco mówić o bułach sedymentacyjnych krzemieni, chociaż niewątpliwie proces ich formowania w wielu odsłonięciach jest tu widoczny. Można natomiast twierdzić, że powstawanie sedymentacyjnych krzemieni ma związek z niejednorodnymi, mineralnie przemierzonymi osadami, a w górnourajskim cyklotemie osady takie charakteryzują okresy początkowego rozrastania i późniejszego zanikania zbiornika morskiego.

W górnokredowym profilu nad Kamienną i środkową Wisłą krzemionkowe przerosty spotyka się dopiero po całkowitym zaniku sedymentacji klastycznej. Piaszczyste osady albu i cenomanu pozbawione są całkowicie wtrąceń skrytokrystalicznej krzemionki. Pojawiają się one razem z pierwszymi warstwami opoki. Od najstarszych warstw opoki dolnoturońskiej do najmłodszych warstw górnomastrychckich, krzemionkowe wtrącenia mają niezmienną postać jasnych, o nieregularnych kształtach czertów. Cały czertonośny kompleks skalny w górnokredowym cyklotemie wyznacza transgresywną fazę rozwoju zbiornika, która dokonywała się jednak ze zmienną dynamiką, a nawet z okresowymi wypłyceniami. Stąd obecność jasnych krzemieni bywa niejednokrotnie przerywana w tym liczącym wiele setek metrów profilu wkładami skał znacznie zailonych lub ilastych, a także opok z domieszkami glaukonitu. Czerty w opokach rozmieszczone są bezładnie, ale równomiernie. Jedne serie opok są dosłownie przepelnione czertami, w innych występują rzadziej. Warstwy czy serie opok pozbawione czertów spotyka się dużo rzadziej niż zawierające czerty. Godnym przy tym odnotowania jest fakt zawsze podobnych rozmiarowo buł czertowych. Linearne ich ławice notowane są wyjątkowo i to tylko w najniższym turonie. Nigdy też czertom nie towarzyszą warstwowe skały krzemionkowe. W mineralnym składzie opok równorzędną rolę pełni substancja węglanowa i krzemionkowa. Warstwy opok przepelnione czertami w składzie swoim nie mają

mniejszych ilości krzemionki niż warstwy ubogie w czerty. Stwierdzenie to u wielu badaczy rodzi wątpliwości czy jasne czerty tkwiące masowo w opokach są rzeczywiście śródwarstwowymi konkrecjami, czy w dwuskładnikowym osadzie węglanowo-krzemionkowym nie mogą zachodzić inne lub inaczej przebiegające procesy prowadzące do powstania izolowanych wyodrębnień jednego z tych składników. Definitywne rozstrzygnięcie tego problemu wymaga jednak dalszych specjalnych badań.

Przykład tzw. rowu tarłowskiego nad środkową Wisłą dowodzi wszakże, iż niewielkie nawet zachwiania ilościowych proporcji głównych składników opok burzy momentalnie powszechny paragenetyczny układ opoki – czerty. Jest to niewielki rejon, w granicach którego opoki są bardziej wapniste. Pojawiają się nawet wapienie, co sprawia, że miejsce jasnych czertów zajmują ciemne krzemienie jurajskiego typu. W profilu rowu tarłowskiego spotykamy je trzykrotnie w różnych sytuacjach sedymentacyjnych i różnej ich genezie. Najstarsze są krzemienie z Kars, tkwiące w opokach. Są to czarne, różnokształtne buły kwarcowo-krystobalitowe, będące genetycznie śródwarstwowymi konkrecjami. Występują pojedynczo lub grupowo w słabo zarysowanych ławicach. Towarzyszy im ostro odcinający się przerost warstwowej skały krzemionkowej. W wypełniającej środkową część rowu tarłowskiego serii detrytycznych wapieni mszywołowych, w skałach z natury swojej obcych krzemieniom konkrecyjnym, spotykamy rytmicznie powtarzające się w profilu poziomy brunatnych krzemieni sedymentacyjnych. Kamieniołom w Janikowie pod Ożarowem może uchodzić za podręcznikowy przykład krzemiennych buł powstałych z rozrywania pierwotnie ciągłych przelawień krzemionkowych. Po raz trzeci ciemniejsze krzemienie, ponownie jako konkrecje śródwarstwowe, obserwuje się na wschodnim brzegu Wisły w Świeciechowie. Występują one w opokach, gdzie – podobnie jak te z Kars – zazębiają się ze skałami poprzez strefy białych kor. Ich niepowtarzalną natomiast cechą są drobne cętki, będące agregatowymi skupieniami drobnokrystalicznego kalcytu. Ponad warstwami ze Świeciechowa opoki na całym już obszarze wschodniego obrzeża Gór Świętokrzyskich zawierają wyłącznie jasne czerty.

Przedstawione w dużym skrócie występowanie i rozmieszczenie krzemieni w górnourajskich i górnokredowych utworach nad rzeką Kamienną i środkową Wisłą, nie zamyka badań nad tym zagadnieniem. Niczego też nie przesądza. Zwraca jedynie uwagę na oczywiste powiązania obecności i genetycznych zróżnicowań krzemieni z etapami rozwoju zbiornika i charakterem sedymentacji. Górnokredowy cyklotem nie wydaje się być powtórzeniem czy kontynuacją w odniesieniu do krzemieni cyklotemu górnourajskiego. Mają one jednak wiele cech wspólnych, które – podbudowane obserwacjami z innych rejonów Polski – mogą kwestię pojawiania się, występowania i rozmieszczenia krzemionki w węglanowych profilach ująć w nowe ramy.

LITERATURA

1. Buczek M., Peszat C. – Spraw. z Pos. Kom. PAN, Oddz. w Krakowie, 1965 s. 457–460.
2. Cayeux L. – Les roches sedimentaires de France. Roches siliceuses. 1929.
3. Glasby G.P., Lawrence P. – Ocean. N. Z. Oceanogr. Inst. Charts, Misc. Ser., 1974.
4. Glasby G.P., Singleton R.J. – N. Z. Jour. of Geol. and Geophys., 1975 nr 4 s. 33–39.

5. Kwiatkowski S. – Stud. Geol. Pol., 1981 vol. 68 s. 43–60.
6. Makedonow A.W. – Sowriemiennye konkreciji w osadkach i poczwach i zakonomiornosti ich geograficzeskowo rozprostraniennia. 1966.
7. Michniak R. – Arch. Miner., 1980 t. 36 z. 2. s. 83–106.
8. Mišik M. – Geologicky Zbornik, 1973 t. 24 no 1 s. 141–162.
9. Pęcherzewski K. – Zesz. Nauk. Wydz. Biol. i Nauk o Ziemi Uniw. Gdańsk., 1972 nr 1 s. 41–53.
10. Robertson A.H.F. – Sedimentology, 1977 vol. 24 s. 11–30.
11. Sujkowski Z. – Sprawozd. PIG, 1931 t. 6 z. 3 s. 484–614.
12. Sujkowski Z. – Spraw. PIG, 1933 t. 7 z. 4 s. 637–700.

SUMMARY

From the point of view of petrography, studies of nodular siliceous rocks are difficult and often troublesome. This is connected with the necessity of using special laboratory techniques and studies of siliceous nodule together with the surrounding sediments. Their origin and rules of distribution in sediments are often not known and their genetic classification is not existing. Along with growing data on nodular cherts various views and suggestions, often contradictory, were put forward on the basis of results of laboratory studies and field works and theoretical analyses. This is the reason why the concept of „flint” is susceptible of various interpretations and used quite freely. The best example is here nodular form of nodular cherts usually treated as a synonym of concretion which groundlessly and, at the same time, definitely forejudges the question of origin. Such approach became firmly questioned in the recent studies and publications as such nodular forms may markedly differ in origin.

The paper presents an attempt to summarize all the available data on nodular cherts and to put straight those questions which require some agreement and unification only. These are the questions of position of nodular cherts in the group of siliceous sedimentary rock³, their typomorphic and genetic classification, definitions and terminology, as well as appearance, occurrence and distribution in carbonate cyclothems. The last question is discussed at the background of the dynamics of development of sedimentary basins and dependence on the type of sediments originating in the Mesozoic marginal zone of the Holy Cross Mts.

РЕЗЮМЕ

Кремни по многим причинам представляют трудный объект для петрографических исследований, требуют применения специальной техники исследований, в неразрывной связи с вмещающими их породами, с которыми они связаны генетически. До сих пор они не получили генетической классификации, не выяснены их условия распространения в разрезах. Высказывались различные взгляды и предположения, основанные на лабораторных данных, полевых наблюдениях или теоретических заключениях. Вследствие нечеткости самого понятия кремней возникают номенклатурные разногласия. Желвачная форма кремней отождествляется