

BIULETYN MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

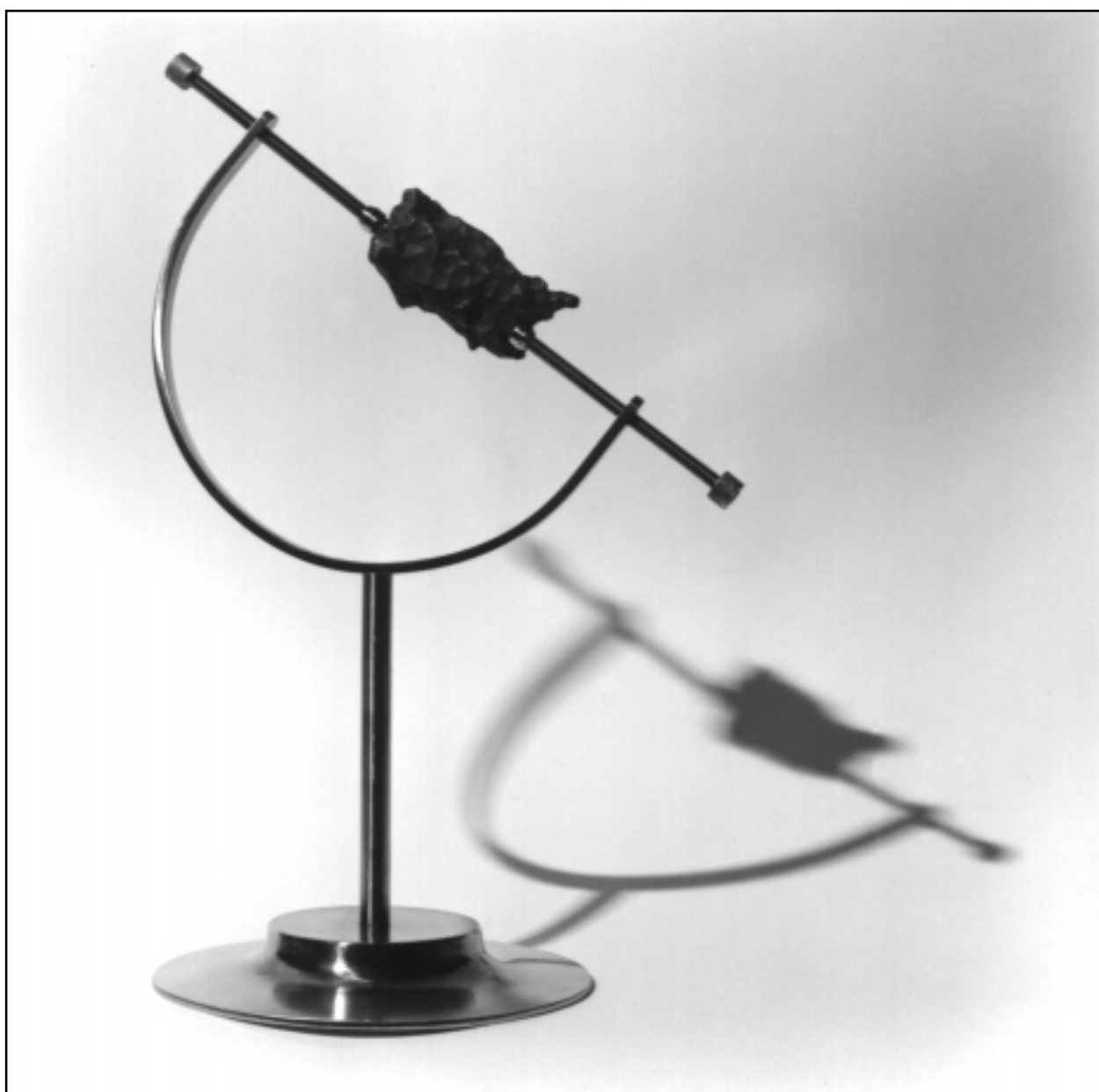
METEORYT

Nr 1 (25)

Marzec 1998

W numerze:

Jawor, Baszkówka, Mt Tazerzait, Żelazo Pallas



Meteoryt Sikhote-Alin (105 g) będący własnością miasta Lidzbarka Warmińskiego.

Meteoryt – biuletyn dla miłośników meteorytów wydawany przez Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku i Pallasite Press – wydawcę kwartalnika Meteorite! z którego pochodzi większa część publikowanych materiałów.

Redaguje *Andrzej S. Pilski*

Skład: *Jacek Drązkowski*

Druk: *Jan, Lidzbark Warm.*

Adres redakcji:

skr. poczt. 6,
14-530 Frombork,
tel. 0-55-243-7392.

Biuletyn wydawany jest kwartalnie i dostępny wyłącznie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 1998 roku 12 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego nr:

15401072-3724-36001-00-01

w BOŚ SA O/Olsztyn,
zaznaczając cel wpłaty.

Wcześniejsze roczniki powielane są na zamówienie za opłatą równą wysokości aktualnej prenumeraty.

Fot. na okładce: *Jerzy Puszcz*

Od redaktora:

Wydarzeniem numeru jest rozwiązanie zagadki „meteorytu” Jawor. Cudysłów podpowiada już, że wynik jest negatywny. Wrocławscy naukowcy potrafili jednak dociec, czym jest kawałek skały leżący w muzeum w Jaworze z etykietką „meteoryt?” i skąd do muzeum trafił. „Meteoryt” czuje się zaszczycony, że to z jego łamów można się o tym po raz pierwszy dowiedzieć. Pełne opracowanie ukaże się w jednym z bardziej fachowych czasopism.

Z nowym rokiem i z 25 numerem „Meteoryt” znów zmienia wygląd, co tradycyjnie jest zasługą Jacka Drązkowskiego. Z przyjemnością odnotowuję też powrót Michała Kosmulewskiego do tłumaczenia artykułów, oraz dołączenie się Marka Mućka do grona tłumaczy i współpracowników. Rośnie też grono czytelników, czyli nowy rok dobrze się zapowiada.

Dobrze zapowiada się też pozyskiwanie meteorytów dla kolekcjonerów, ale idzie to bardzo powoli. W kontaktach z zagranicznymi dealerami występuje zjawisko znane naszym kolekcjonerom z kontaktów z niżej podpisanym: wysyła się zamówienie i... cisza. Swiss Meteorite Laboratory tłumaczy się czasem, że ma strasznie dużo zamówień i pracy w ogóle. Ja również, tylko w odwrotnej kolejności.

Obecnie można ustawiać się w kolejkę po trawione płytki oktaedrytu Toluca. Tempo realizacji ograniczają „moce przerobowe”. W drodze (podobno) jest Mt. Tazerzait, a będzie także Jilin. Dla bogaczy znajdują się też płytki Esquel. Jak na całym świecie, większą „siłę przebicia” mają kolekcjonerzy zamawiający większe i droższe okazy.

Wydarzeniem kolekcjonerskim jest „repatriacja” „żelaza meteorycznego rzeczywistego”. Fragment tego najbardziej związanego z Polską, obecnie białoruskiego pallasytu, trafił do naszych zbiorów w drodze wymiany z Białoruską Akademią Nauk dzięki pomocy dr Janusza Burcharda z Uniwersytetu Łódzkiego. Zewnętrznie pallasyt ten do złudzenia przypomina amerykański Brenham. Nawet nazwa Brahın brzmi podobnie.

Andrzej S. Pilski

Subscribe to Meteorite!

Pallasite Press
P.O. Box 33-1218
Takapuna, Auckland
NEW ZEALAND

4 issues per year \$US27
(2nd class airmail)
VISA & MasterCard
accepted

www.meteor.co.nz

Okaz pallasytu
Brahın z kolekcji
Białoruskiej
Akademii Nauk.
Fragment
tego okazu
trafił ostatnio
do polskich zbiorów.



Coś błysnęło w Iwęcinnie

Marek Muciek

W piątek 20 lutego br., Wiadomości TVP1 w głównym wydaniu podały sensacyjną informację. W Iwęcinnie koło Koszalina spadł meteoryt — chondryt węglisty. Wiadomość opatrzone dość obszernym komentarzem na temat roli chondrytów węglistych w dziejach świata, ale samego „bohatera” pokazano zaledwie przez sekundę. Każdemu, kto kiedykolwiek widział chondryt węglisty, ta sekunda jednak wystarczyła, żeby natychmiast zapomnieć o sensacyjnej wiadomości. Pokazany kamień był stanowczo zbyt jasny. Jednak jeszcze tego samego wieczora zacząłem odbierać telefony od meteorytolubów z głębi kraju zapytaniem, czy już go mam. To obudziło moje sumienie. A jeśli to naprawdę jest meteoryt? Mieszkać 50 km od miejsca wypadku i nie sprawdzić? Do końca życia nie zasnęłbym spokojnie! Najbliższej niedzieli więc, wraz z szefem koszańskiego klubu astronomicznego KOKON, p. Zbigniewem Bryłowskim, wybraliśmy się na wizję lokalną. Gospodarstwo państwa Sowijków odnaleźliśmy bez trudu — położone w uroczej, dwuzagrodowej kolonii w szczyrim polu, 2 km za wsią.

Kobieca intuicja jest faktem sprawdzonym. Ale czy posiadają ją również kobiety 4-miesięczne? Wyda się, że tak. Pani Beata Sowijk ma córkę właśnie w tym wieku. Jak wiadomo, małe dzieci mają zwyczaj jadań o najdziwniejszych porach doby. Tym razem, a działo się to w środę 18 lutego, głód obudził młodą damę o 4 rano. Matka, obudzona odpowiednim sygnałem, zaczęła po ciemku przygotowywać stosowny posiłek. W tym momencie w pokoju zrobiło się zupełnie jasno. Pani Beata wyjrzała przez okno. Podwórko oświetlone było jasnym, żółtawym światłem. Płot i rosnąca przy nim grusza były oświetlone z przodu, a pole w tle było ciemne, nie odwrotnie. To znaczyłoby, że źródło światła znajdowało się nad lub za domem. Świecący obiekt przeleciał pionowym łukiem tuż za płotem, nad samą ziemią rozjarzył się trzykrotnie

i zgasł. Cały spektakl odbył się w zupełnej ciszy. Jasne światło w pokoju zauważył również ojciec p. Beaty. Pani Beata zapamiętała miejsce, gdzie tajemniczy obiekt zakończył lot i wróciła do łóżka.

Rano, około godziny 10, przypomniała sobie nocne widowisko. Wyszła przed płot i w miejscu, gdzie jak pamiętała spadło świecące „coś”, znalazła 280-gramowy kamień, spokojnie leżący w małym wgłębieniu. Wydał się jej jeszcze ciepły, z jednej strony był trochę czarniawy i jakby czuć go było trochę spalenizną. Ciepły wydał się jeszcze matce p. Beaty, która o godzinie 14 wróciła z pracy. Kamień został zanieiony do dyrektora miejscowej szkoły, a ten zawiadomił prasę. (Przysięga jednak, że to nie on sklasyfikował kamień jako chondryt węglisty, musiał to być „twórczy wkład” któregoś z dziennikarzy).

Przyznam się, że wysłuchawszy tej relacji zacząłem nerwowo przestępować z nogi na nogę, nie mogąc doczekać się, kiedy wreszcie zobaczę tajemniczy kamień. Z wyjątkiem jednego szczegółu (braku jakichkolwiek efektów dźwiękowych) cała opowieść brzmiała bardzo sugestywnie. Co prawda lodowiec obficie obsiał kamieniami okoliczne pola, ale w miejscu gdzie znaleziono ten kamień, poprzedniego lata rosła marchewka. Ktoś tę grzędę kopał, zasiewał, plewił — czy możliwe, żeby taki spory kamulec nie został zauważony, podniesiony i odrzucony pod płot? Fakt, że nie było widać żadnych śladów uderzenia nie jest specjalnie niepokojący. Wszak znacznie większe meteoryty spadały nie tworząc nawet najmniejszych kraterów. (patrz np. artykuł o Żelazie Pallas w tym numerze „Meteorytu”). Mój zapal jednak wyparował całkowicie, gdy zobaczyłem „meteoryt”. Na moje oko był to po prostu polny kamień, rodem nie z pasa planetoid lecz z gór Skandynawii. Ponieważ jednak nie czuję się ekspertem i nie chciałem psuć radosnego podniecenia gospodarzy, doradziłem wysłanie kamienia do prawdziwego znawcy, p. An-

drzeja Pilskiego. Tu kończy się jego historia jako możliwego meteorytu.

Po otwarciu paczki z kamieniem Andrzej Pilski od razu potwierdził słuszność podejrzeń dyrektora szkoły w Iwęcinnie, że rzekomy meteoryt ma coś wspólnego z granitami. Liczne blaszki błyszczącej miki i ziarna szklanego kwarcu wykluczały pozaziemskie pochodzenie kamienia. Żaden z tych minerałów w meteorytach nie występuje. Poza tym na kamieniu nie było najmniejszych śladów skorupy, która musiałaby powstać w wyniku obtopienia podczas spadania przez powietrze. Wreszcie kamień był zwietrzały, czyli musiał leżeć na ziemi przez wiele lat.

Z uwagi na swój występ telewizyjny kamień pojechał do Warszawy na wystawę minerałów, gdzie opatrzone etykietką „to nie jest meteoryt” budził spore zainteresowanie. Specjaliści od ziemskich kamieni zastanawiali się tylko, czy jest to jeszcze gnejs, czy też raczej łupek krystaliczny. Przeważały głosy za tą drugą ewentualnością. Po wystawie kamień powrócił do szkoły w Iwęcinnie.

Niestety, nowej Baszkówki nie ma. Przypuszczalnie p. Beata Sowijk popełniła błąd w ocenie odległości bolidu. Prawdziwy sprawca zamieszania albo leży spokojnie gdzieś dalej, albo wypalił się doszczętnie i nie ma go wcale. Szkoda.

Jednak, jak mawiają Anglicy, każda chmura ma srebrną podszewkę. I z tej historii można wyciągnąć optymistyczny wniosek. Odwołajmy się znowu do artykułu o Żelazie Pallas. Piotr Simon Pallas, człowiek gruntownie wykształcony, akademik i nauczyciel cara, miał „w rękę” półtonową bryłę autentycznego pallasytu i nie mógł uwierzyć w jego pozaziemskie pochodzenie. Dziś prosta, wiejska dziewczyna bez trudu przyjmuje do wiadomości pomysł, że kamień, który znalazła w ogrodzie, przybył z kosmosu. Trzeba przyznać, że przez te 200 lat (zaledwie!) powszechna świadomość naukowa dokonała ogromnego postępu.



Pseudometeoryt Jawor

Tadeusz Przylibski, Paweł Zagożdżon

W jednym z korytarzy Muzeum Regionalnego w Jaworze znajduje się blisko 120-kilogramowa bryła, która do niedawna była opisana jako „meteoryt?” (fot. 1). Kilkakrotnie, w różnym czasie, pobierano z niej próbki do badań, jednakże o ich efektach nic nie wiadomo. Przed wojną okaz ten figurował w muzeum w Jaworze jako „Grosser Meteorstein 239 Pfd. schwer”, czyli kamień meteorytowy o wadze 239 funtów. W książce Ottona Koischnitza pt. „Jauer Wegweiser durch die Heimat und ihre Geschichte”, Jauer 1930 J. Pokrzywnicki w 1955 roku znalazł taką oto wzmiankę figurującą przy opisie działu przyrodniczego muzeum w Jaworze: „...und einem 239 Pfd. schweren in Kreise gefunden Meteoriten”. Tak więc brak dokładnych danych o miejscu i czasie znalezienia tego okazu. Jedynie w przybliżeniu można je określić, w ślad



Fot. 1. „Meteorit” Jawor eksponowany do 1996 roku w Muzeum Regionalnym.

(Fot. Piotr Mrugalski)



Fot. 2. Jeden z produktów „topienia surowego” rudy miedzi w hucie w Leszczynie w 2 poł. XIX w. — zredukowane żelazo, bogate w kobalt i nikiel. Odwrotna strona okazu z fot. 1.

(Fot. Piotr Mrugalski)

za niemiecką notatką, jako okolice Jawora. Już pobieżne obserwacje pozwalają stwierdzić, że w jego składzie dominuje metal. Analizy chemiczne przeprowadzone przez J. Pokrzywnickiego wykazały zbyt niską, jak na meteoryt, zawartość niklu. Jednak te niezbyt szczegółowe badania nie rozstrzygnęły wątpliwości.

19 maja 1996 roku autorzy dokonali oględzin okazu. Stwierdzono, że ma on kształt zbliżony do kuli, choć jego powierzchnia jest nieregularna i chropowata. Średnica obiektu wynosi około 50 cm a masa 120 kg (fot. 2). W kilku miejscach zauważalne są ślady wcześniejszego pobierania próbek do badań (fot. 3). Pobrano również próbkę o wymiarach około 81 × 25 × 16 mm, ważącą 73,88 g. Przeważającą jej część zbudowana była z metalicznego stopu o barwie szarosrebrzystej. W stopie widoczne były liczne matowe ziarna o średnicach około 0,2–0,5 mm i nieregularnych owalnych zarysach, a także trzy fragmenty o wyraźnie odmiennej budowie. Miały one zaokrąglone kształty i rozmiary około 10 mm. Tworzyła je niemal czarna, niejednorodna i silnie porowata substancja, choć w jej obrębie znajdowały się około 0,5 milimetrowej wielkości owalne inkluzje metaliczne (fot. 4).

Zakładając, że badany obiekt może być pochodzenia pozaziemskiego (fragment meteorytu) przeprowadzono trawienie jego polerowanych powierzchni za pomocą 5-molowego kwasu azotowego. Wyniki trawienia nie pozwoliły na sklasyfikowanie badanej próbki jako meteorytu. Swą obecność w szarym metalicznym tle ujawniły różnorodne kuliste lub eliptyczne ziarna o bardzo zmiennej wielkości (od 0,2–3,0 mm), a miejscami zauważono istnienie sieciopodobnych struktur nie mających żadnego odniesienia do figur Widmanstättena, czy linii Neumanna. Niektóre z owalnych ziarn charakteryzowała miedziana barwa. Fragmenty porowate uległy głębokiemu i nieregularnemu wytrawieniu, jedynie w ich partiach brzeżnych uwypuklone zostały wąskie strefy o barwie miedzianej (fot. 5). Pod mikroskopem do światła odbitego bardzo dobrze widoczne były również wspomniane powyżej ziarna oraz strefy o barwie miedzianej (fot. 6 i 7).

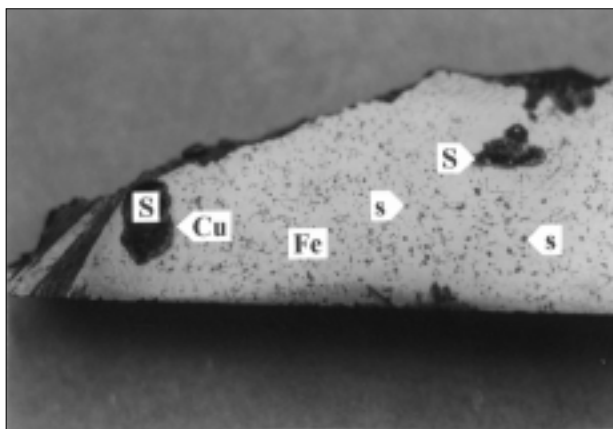
W dalszym etapie badań niewielki fragment pobranej próbki poddano analizie chemicznej w mikroobszarze. Stwierdzono istnienie stopów żelaza z miedzią (z przewagą zarówno Fe, jak i Cu), siarczków oraz (w jednym punkcie) fazy o znacznej zawartości krzemu. Zasadniczą część próbki stanowi stop z przewagą żelaza, zwany dalej dla uproszczenia żelazno-miedziowym. Stwierdzono w nim obecność domieszek Si, który jest najczęściej dominującym pierwiastkiem akcesorycznym. Jego zawartość waha się w granicach 0,86–1,62%, jedynie w obrębie ziarn żelaznych tkwiących w porowatym fragmencie próbki stwierdzono śladowe jego ilości. Pozostałe domieszki stanowią

Co (0,36–0,6%) i Ni, którego zawartość waha się pomiędzy 0,15 a 0,52%.

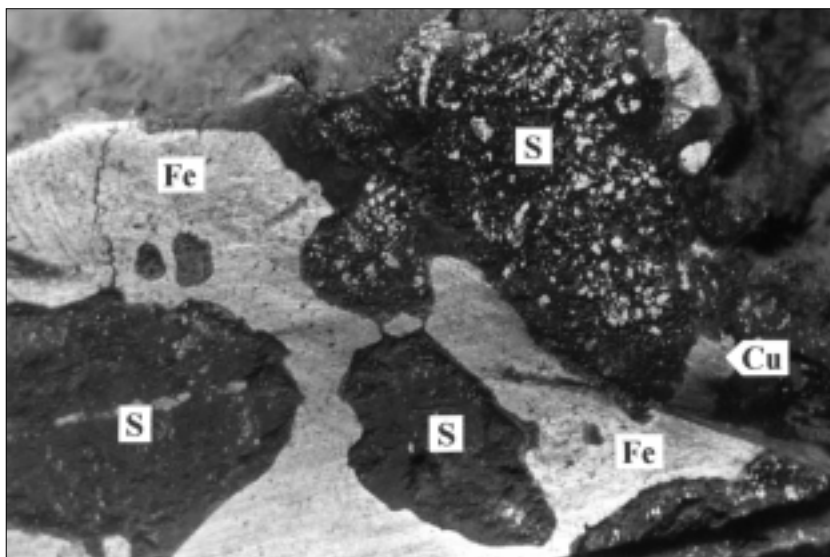
Stop miedziowo-żelazny tworzy drobne inkluzje w obrębie metalicznego tła, a ponadto wąskie, ale bardzo długie strefy tuż przy granicach stref porowatych. Domieszkami w stopach miedziowo-żelaznych są: Ca (0,48–2,06%), S (0,14–1,16%), Si (0,23–0,83%), Mn (0,15–0,79%), Al (0,11–0,4%), Ni (0,12–0,23%) i Mg (0,23%). Pierwiastki te występują w bardzo zróżnicowanych ilościach i wzajemnych proporcjach.

W strefach porowatych zidentyfikowano minerały z grupy siarczków oraz wspomniane wcześniej ziarna stopu metalicznego, zarówno z przewagą miedzi, jak i żelaza. W obrębie jednej z tych stref znaleziono także fazę, w której znaczny udział, poza Cu, S i Fe, stanowi krzem. Przeprowadzone analizy siarczków wykazały ich jednorodny charakter. Są to siarczki żelaza i miedzi różniące się procentową zawartością obu tych metali i siarki. Zidentyfikowane fazy mineralne to przede wszystkim bornit (Cu_5FeS_4), a także chalkopiryt (CuFeS_2). Brak możliwości określenia wzoru chemicznego wynikającego z niektórych analiz może być spowodowany przeobrażeniem pierwotnych minerałów rudnych — odprowadzeniem lub doprowadzeniem poszczególnych pierwiastków. Stałym, występującym w siarczkach, pierwiastkiem śladowym jest Mn (0,14–0,45%), ponadto w czterech punktach stwierdzono obecność dość znacznych ilości Si (0,33–7,21%). Podrzednie natomiast występuje Co (0,19–0,23%), Ca (0,17%), Ni (0,14%) i Cr (0,1%).

Na podstawie uzyskanych wyników analiz chemicznych (wykonanych na mikrosondzie) oraz badań makroskopowych próbki przed i po trawieniu kwasem azotowym należy odrzucić hipotezę o pozaziemskim pochodzeniu okazu z Jawora. Przemawiają przeciw niej:



Fot. 4. Powierzchnia odciętej próby po wypolerowaniu. Wyraźnie widoczne są porowate enklawy siarczkowe (oznaczone symbolem S) oraz liczne drobne ziarna siarczków (oznaczone symbolem s) rozrzucone nieregularnie w stopie Fe-Cu (oznaczonym symbolem Fe). W brzońskiej strefie jednej z enklaw siarczkowych można zaobserwować cienką warstwę stopu Cu-Fe (oznaczoną symbolem Cu).



Fot. 3. Fragment powierzchni okazu w miejscu odcięcia próby do badań. Widoczne są zarówno części stopu Fe-Cu (oznaczone symbolem Fe), jak i Cu-Fe (oznaczone symbolem Cu) oraz porowate strefy siarczkowe (oznaczone symbolem S), w obrębie których również zauważyć można fragmenty stopów.

- ☞ zbyt mała zawartość niklu w stopie,
- ☞ skład stopu — zbyt duża zawartość miedzi oraz obecność enklaw zawierających minerały z grupy siarczków, występujące w paragenezach typowych dla ziemskich złóż miedzi,
- ☞ brak figur Widmanstättena i linii Neumanna.

Wobec powyższych faktów należy przyjąć ziemskie pochodzenie okazu. Nie jest on jednak efektem naturalnych procesów zachodzących na naszej planecie, a raczej produktem antropogenicznym. Wielkość oraz skład eksponatu świadczą o jego związku z hutnictwem. Skład stopu (duża zawartość Cu, domieszka enklaw nieprzetopionych minerałów kruszcowych) wskazuje, że jest to prawdopodobnie odpad technologiczny, a nie ostateczny produkt procesu hutniczego. Stop zawiera od 88 do 94% żelaza, ale nie może być wynikiem przeróbki rud żelaza, gdyż:

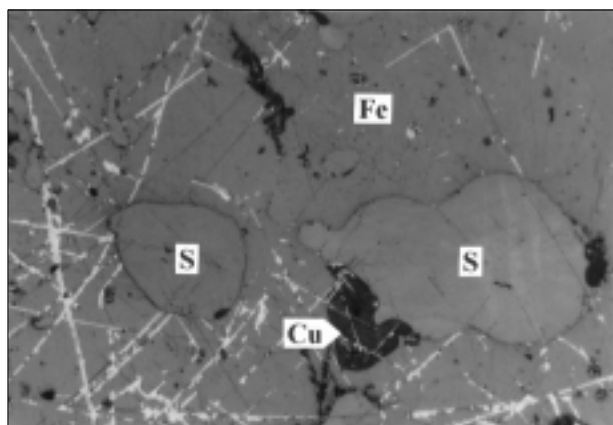
- ☞ zawiera zbyt dużą domieszkę miedzi (od 4 do ponad 9%),
- ☞ zawiera fragmenty nieprzetopionych minerałów rudnych miedzi.

Wszystko wskazuje więc, że jest to odpad technologiczny w procesie hutnictwa miedzi. Za taką genezę eksponatu przemawia także wzmiankowane miejsce jego znalezienia — okolice Jawora, które od czasów średniowiecza znane były z prowadzenia robót związanych z poszukiwaniem rud i hutnictwem miedzi.

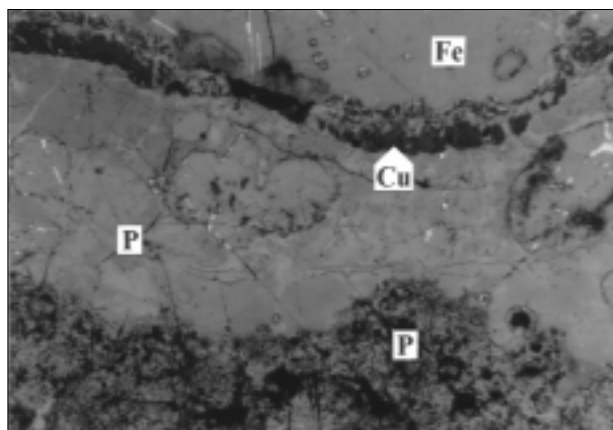
Na podstawie przedstawionych danych oraz danych literaturowych z zakresu geologii oraz górnictwa i hutnictwa miedzi w rejonie Jawora-Złotoryi można pokusić się o określenie pochodzenia okazu jaworskiego. W tym rejonie występują złoża pochodzenia osadowego i pomagmowego (hydrotermalne). Zarówno skład mineralny, jak i chemiczny znaleziska przemawiają za tym, iż jest ono wynikiem przetopienia rudy osadowej. Analiza mikrosondowa wykazała, że w obrębie enklaw siarczkowych przeważa bornit. Mineral ten nie występuje w żyłach polimetalicznych o genezie hydrotermalnej, natomiast w złożach osadowych stanowi nawet ponad 10% ogólnej masy minerałów miedzi. Znaczące jest też współwystępowanie domie-

szek kobaltu i niklu stwierdzonych w stopie żelazno-miedziowym, choć występujących również w enklawach siarczkowych (w stopie miedziowo-żelaznym wykryto tylko nikiel). Współwystępowanie kobaltu i niklu zostało opisane w marglach miedzionośnych niecki złotoryjskiej, zaś w żyłach polimetalicznych nie występuje nikiel. Osadowe złoża miedzi eksploatowane były w Prusicach, Leszczynie i Kondratowie, przetapiano je w hutach zlokalizowanych w dwóch pierwszych spośród wymienionych miejscowości, a przez kilka lat również w Chełmcu. Zwykły, stosowany w większości hut, proces przetopu na żadnym ze swych etapów nie daje jednak produktu o składzie choćby zbliżonym do okazu jaworskiego. Inaczej jest tylko w przypadku huty w Leszczynie. W 2 poł. XIX w. stosowano tam proces „topienia surowego”, po którym w specjalnym zbiorniku od czystego „kamienia miedziowego” oddzielała się niewielka ilość zredukowanego żelaza bogatego w Co i Ni. Jest wysoce prawdopodobne, że znalezisko znajdujące się w muzeum w Jaworze powstało w wyniku tego procesu. W ten sposób wytłumaczona zostaje również wyraźna obecność kobaltu i niklu. Enklawy siarczkowe są zapewne fragmentami rudy, która przez przypadek dostała się do zbiornika.

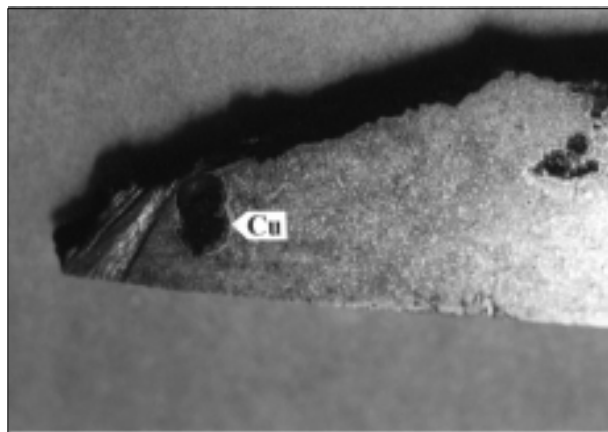
Autorzy sądzą, że bryła ta powstała w hucie leszczyńskiej prawdopodobnie pomiędzy 1861 a 1882 rokiem. Po kilkudziesięciu latach została odnaleziona albo w sa-



Fot. 6. Ziarna siarczków (oznaczone symbolem S) widoczne na tle stopu żelazno-miedziowego (oznaczony symbolem Fe). Do jednego z tych ziarn przylega fragment stopu miedziowo-żelaznego (oznaczony symbolem Cu). Zdjęcie wykonano w świetle odbitym przy powiększeniu 40[×].



Fot. 7. Granica strefy porowatej (oznaczona symbolem P) ze stopem żelazno-miedziowym (oznaczony symbolem Fe) podkreślona wąską strefą stopu miedziowo-żelaznego (oznaczonego symbolem Cu). Zdjęcie wykonano w świetle odbitym przy powiększeniu 40[×].



Fot. 5. Powierzchnia odciętej próby po wypolerowaniu i wytrawieniu. Uwypukleniu uległa wastewka Cu-Fe (oznaczona symbolem Cu) oraz sieciowa struktura przerostów stopu i siarczków, których szaroniebieskie ziarna są nieco gorzej widoczne.

mej Leszczynie, albo przy jednej z dróg, którymi transportowano produkty uzyskiwane w hucie.

Pogląd na genezę pseudometeorytu Jawor został potwierdzony przez pracowników muzeum w Jaworze. Okazało się, że w międzyczasie odnaleźli oni opis okazu w księdze inwentarzowej (Hauptbuch Heimat Museum Jauer). Ze sporządzonej ręcznie notatki wynika, że okaz do muzeum dostarczyła Bertha Blümel, siostra z przytułku dla nieuleczalnie chorych w Jaworze, dnia 17.10.1928 r. Z notatki możemy dowiedzieć się także, że „meteoryt” („ognista kula”) znaleziony został pod Leszczyną i waży 239 funtów (118 kg). Został on uznany za meteoryt przez nauczyciela Lieke Hasela (?), a zabezpieczył okaz M. Bruks.

Tak więc okaz znaleziono w pobliżu Leszczyny, co potwierdza spostrzeżenia autorów. Data dostarczenia do muzeum jest także na tyle odległa od momentu powstania badanego pseudometeorytu, że nikt z okolicznej ludności nie musiał już pamiętać o wyglądzie produktów miejscowej huty czynnej do 1882 roku. Być może odnalezienie tej bryły było zainspirowane zjawiskiem meteorowym w okolicy Jawora, być może spadł nawet meteoryt, którego nie odnaleziono, a zamiast niego wydobyto badaną bryłę? Pytanie to pozostanie chyba bez odpowiedzi, gdyż nie ma żadnych notatek, które pozwoliłyby zweryfikować takie poglądy. Może także nieco zastanawiać fakt bardzo szybkiego uznania okazu za meteoryt (przez miejscowego nauczyciela). Niemniej jednak, biorąc pod uwagę fakt, iż w 1928 roku powstało Heimat Museum w Jaworze, nie dziwi chęć posiadania unikalnych eksponatów i brak szczegółowej weryfikacji ekspertyzy pana Lieke Hasela.

Dzięki nadgorliwości pracowników Heimat Museum oraz niezbyt wysokim kwalifikacjom nauczyciela z Jawora w zakresie badań meteorytów, przez kilkadziesiąt lat po II wojnie światowej w Muzeum Regionalnym w Jaworze można było oglądać, jak głosiła karteczka pod okazem: „METEORYT ?”. Po wieloletnich próbach, mimo licznych problemów, udało się jednak ustalić zaskakująco dokładną genezę i historię tego okazu. Niestety Muzeum w Jaworze „straciło” bardzo cenny eksponat. Po „meteorycie” Jawor pozostanie jedynie kilka notatek w różnych czasopiśmie. Niemniej jednak Muzeum wzbogaciło się o unikalny produkt XIX-wiecznego hutnictwa miedzi.

Baszkówka, Mt. Tazerzait, Tjerebon... kawałki tej samej skały?

Andrzej S. Pilski i Wayne Walton

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 1. Copyright © 1998 Pallasite Press)

Uważa się, że większość chondrytów typu L, to fragmenty jednego ciała macierzystego, które zostało rozbite na kawałki około 500 milionów lat temu. Są one przeobrażone szokowo z licznymi ciemnymi żyłkami. Dobrym przykładem jest chondryt L5-6 Mbale, który spadł w postaci deszczu na miasto Mbale w Ugandzie 14 sierpnia 1992 roku. Niewielka grupa chondrytów typu L bez przeobrażeń szokowych pochodzi przypuszczalnie z innego ciała macierzystego. Wydaje się, że niedawno spadły fragmenty tego drugiego ciała macierzystego chondrytów typu L.

Baszkówka

Było słoneczne, upalne popołudnie 25 sierpnia 1994 roku. Tuż przed szesnastą czasu miejscowego kilkoro mieszkańców małej wioski Baszkówka koło Warszawy usłyszało głośny szum. Najpierw pomyśleli, że to kolejny samolot pasażerski z niedalekiego lotniska. Niebo było jednak czyste, a szum brzmiał inaczej „jak powietrze rozcinane łopatomy śmigła”, jak powiedział jeden z mieszkańców. Pracująca na polu kobieta spojrzała przez ramię i dostrzegła, jak jakieś 200 metrów od niej wytrysnęła w górę ziemia. Pokazała szwagrowi, że tam chyba coś spadło. Szukając we wskazanym kierunku zauważył on wkrótce na zaoranym polu około dwumetrowej średnicy krąg świeżo zruszonej ziemi. W jego środku dostrzegł niewielki dołek, w którym na głębokości około 25 cm namacał coś twardego i ciepłego. Wydobył kamień i zaniósł na podwórze swego domu.

Dopiero gdzieś po pół roku znalazła zwrócił się do naukowców z Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, czy nie chcieliby kupić meteorytu. Dr Marian Stępniewski z Instytutu pojechał do niego i zobaczył najpiękniejszy, orientowany meteoryt kamienny, jaki kiedykolwiek widziano w Polsce. Jego czołową powierzchnię pokrywały wydłużone wgłębienia

i bruzdy o głębokości do 1 cm, rozchodzące się promieniście od środka. Skorupa obtopieniowa była ciemnoszara, miejscami jaśniejsza. Na tylnej powierzchni skorupa obtopieniowa była czarna i w niektórych miejscach przypominała wyglądem spieczony żużel. W kilku miejscach skorupa odłupała się odsłaniając szare wnętrze. Meteoryt miał około 30 cm średnicy i ważył ponad 15,6 kg.

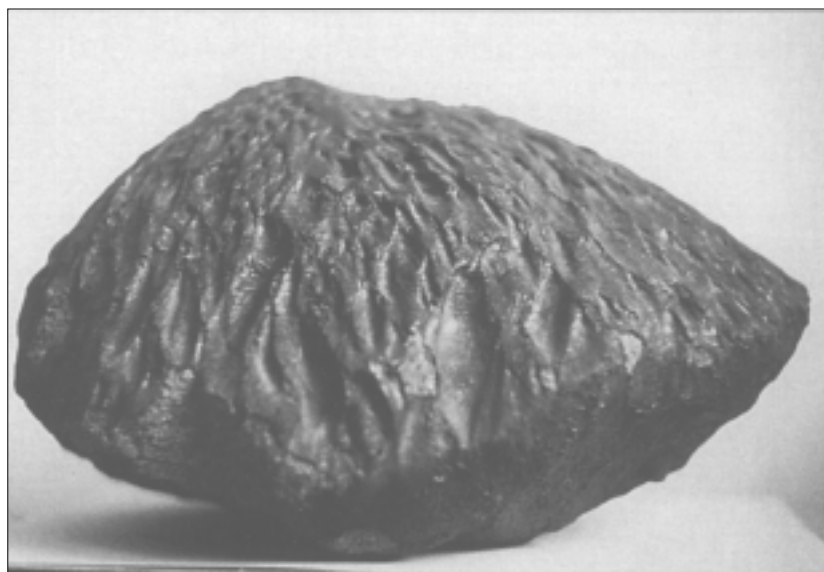
Na pierwszy rzut oka łatwo było stwierdzić, że jest to chondryt, ponieważ tam, gdzie skorupy nie było, chondry były wyraźnie widoczne. Wyglądały one jednak bardzo nietypowo. W większości chondrytów chondry mają stosunkowo gładkie powierzchnie. W tym meteorycie ich powierzchnie często były nierówne i chropawe. Najbardziej niezwykle były kryształki kamacytu i troilitu widoczne w porach między chondrami.

Instytut zakupił ostatecznie okaz i obecnie znajduje się on w Muzeum Geologicznym Instytutu. Muzeum stało wobec konieczności zdecydowania, jak odciać próbki do badań. Rzeźba powierzchni była tak piękna, że uważano, że nie powinno się go przecinać.

Ponieważ tylna powierzchnia nie była tak atrakcyjna, jak przednia, postanowiono odciać piątkę z tylnej strony. Przedtem wykonano szereg dokładnych, gipsowych kopii meteorytu.

Podczas odcinania piątki zauważono, że meteoryt ten jest bardzo kruchy. Powierzchnia jego przekroju wyglądała jak u większości chondrytów typu L: duże chondry, którym towarzyszyły liczne ziarna metalicznego żelaza i troilitu. Niektóre z tych ziaren były dość duże z widocznymi przerostami troilitu i metalu. Najbardziej niezwykłą cechą były jednak liczne puste miejsca widoczne między chondrami i innymi ziarnami na powierzchni przekroju. Po wypolerowaniu okazało się, że puste miejsca istnieją także wewnątrz chondr. Niektóre z nich przypominają małe „geody” wypełnione kryształkami.

Stwierdzenie, że chondryt Baszkówka jest porowaty, z trudem oddaje jego rzeczywisty wygląd. Meteoryt ten wygląda jakby został pozbawiony ciasta skalnego. Większość chondr i ziaren styka się ze sobą tylko w dwóch czy trzech miejscach. Reszta ich powierzchni graniczy z pustymi przestrzeniami. Skała ta jest wyraźnie luźno związana,



Ważący 15,6 kg meteoryt Baszkówka z głębokimi wyżłobieniami na stronie czołowej.

Fot. A.S. Pilski.

z licznymi pustkami. Tłumaczy to, dlaczego gęstość Baszkówki wynosi tylko $2,9 \text{ g/cm}^3$.

Jeśli ktoś myśli, że Baszkówka jest równie krucha jak Bjurböle lub Saratov, to jest w błędzie. Można trzymać w rękę fragment tego chondrytu i żadna chondra się nie oderwie, co jest niemożliwe w przypadku Bjurböle. Bardzo trudno jednak szlifować powierzchnię przekroju Baszkówki. Bardzo szybko kruszy się ona i podczas przecinania nawet najcieńszą tarczą diamentową zawsze część chondr i ziaren zostanie wyrwana. Trudno więc stwierdzić, które pory na przekroju są naturalne, a które powstały w wyniku obróbki.

Z wyjątkiem tekstury chondryt ten jest typowym członkiem rodziny „L”. Sklasyfikowano go jako L5 i nazwano Baszkówka od miejsca, gdzie spadł. Ze względu na jego idealny, orientowany kształt, umieszczono wyjątkowo jego zdjęcie przy informacji o spadku opublikowanej w „Meteoritical Bulletin”.

Mt. Tazerzait

Dwa lata po spadku Baszkówki Swiss Meteorite Laboratory zaoferowało kolekcjonerom meteorytów fragmenty i płytki nowego, niezwykłego chondrytu zwyczajnego. Jego fragmenty nabyto od Tuaregów (koczowniczego plemienia) żyjących w Republice Nigru w Afryce Zachodniej. Meteoryt spadł po południu 21 sierpnia 1991 roku; datę zapamiętano, ponieważ były to urodziny syna znalazcy meteorytu. Spadł tylko jeden kamień ważący około 110 kg. Tuaredzy rozbili go na kawałki. Dopiero po 5 latach fragmenty tego meteorytu trafiły do Swiss Meteorite Laboratory.

Gdy jeden z autorów (ASP) otrzymał ofertę zakupienia tego meteorytu, pomyślał, że czyta ofertę dotyczącą Baszkówki. Wszystko było takie same: wysoka porowatość, wyraźnie widoczne chondry i własnokształtne kryształy krzemianów i troilitu wewnątrz porów. Oferowany chondryt był tylko nieco mniej porowaty, niż ten z Baszkówki. Oba były bardzo podobne, a zarazem odmienne od innych chondrytów. Można było przypuszczać, że oba meteoryty mają wspólne ciało macierzyste. Ponadto data ich spadków wskazywała, że mogą one być wynikiem corocznego spotkania Ziemi z rojem meteoroidów pod koniec sierpnia.

Autor niezwłocznie skontaktował się z dr Stępniewskim, kierownikiem polskiego zespołu badającego chondryt

Baszkówka. Dr Stępniewski przekazał następnie przypuszczenia dr Scherero- wi z Max-Planck-Institut für Chemie w Moguncji, w Niemczech. Rok wcześniej dr Scherer wyznaczył, że wiek ekspozycji Baszkówki na promieniowanie kosmiczne wynosi 76 ± 10 milionów lat, co dla chondrytu typu L jest bardzo długim wiekiem; większość tego typu chondrytów ma wiek zbliżony do 5, 28 i 40 milionów lat. Poproszono go więc o określenie wieku ekspozycji chondrytu z Nigru. Meteoryt ten badał także prof. Jürgen Otto we Freiburgu w Niemczech. Chondryt z Nigru sklasyfikowano jako L5 i nadano mu nazwę Mt. Tazerzait.

Tymczasem, dzięki Walterowi Zeitschelowi, fragmenty tego meteorytu dotarły do Polski i można było je porównać z Baszkówką. Na pierwszy rzut oka oba meteoryty wyglądały w zasadzie tak samo. Mt. Tazerzait był nieco bardziej utleniony, ponieważ dłużej przebywał na Ziemi, i był mniej porowaty od Baszkówki. Oba miały podobnie wyglądające chondry, oraz ziarna metalicznego żelaza i troilitu, a także kilka okruchów achondrytowych. Po wypolerowaniu były widoczne tekstury niektórych chondr, co zazwyczaj widać dopiero w płytkach cienkich. Liczne ziarna po wypolerowaniu stawały się przezroczyste, co sprawiało, że płytki wyglądały wyjątkowo atrakcyjnie. Pod tym względem przypominały bardziej kamienną część meteorytów żelazno-kamiennych niż chondryty.

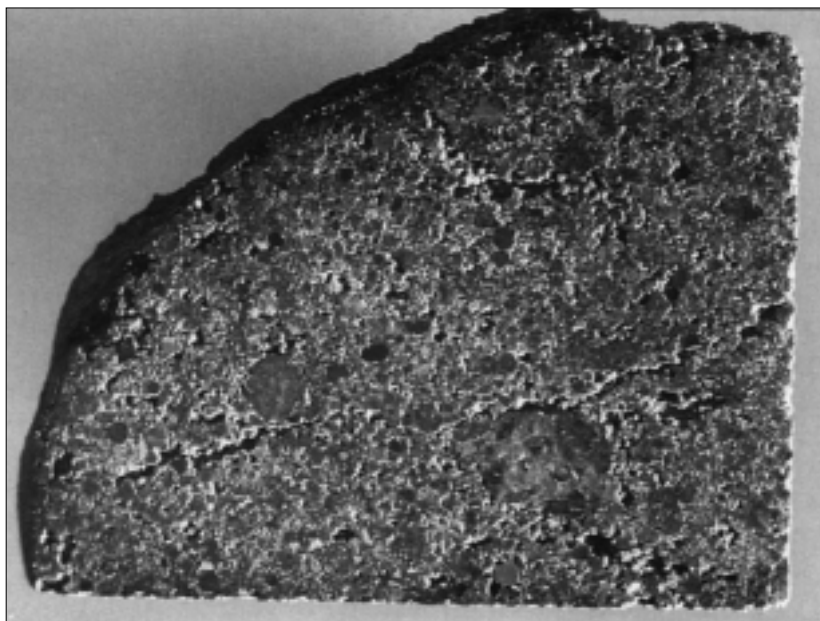
Zewnętrzne podobieństwo zostało wkrótce potwierdzone przez wyniki

szczegółowych badań wykonanych w Niemczech. Wyniki te zaprezentowano na ostatniej konferencji Meteoritical Society na Hawajach. Oba meteoryty mają dokładnie taki sam stosunek fajalitu do ferrosilitu. Stwierdzono, że wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne Mt. Tazerzait jest podobny do wieku Baszkówki: 61 ± 9 milionów lat. Porównanie stosunku $^{22}\text{Ne}/^{21}\text{Ne}$ sugerowało, że Mt. Tazerzait był głębiej zakopany w meteoroidzie niż Baszkówka. Miał także mniejszą porowatość, co wskazywało, że był bardziej ściśnięty w ciele macierzystym. Oba meteoryty nie mają śladów przeobrażeń szokowych (stopień szokowy 1). Pytanie, jak zdołały odłączyć się od ciała macierzystego bez śladów szoku?

Ze względu na wyjątkowy wygląd Baszkówki tylko niewiele fragmentów tego chondrytu, odciętych z tylnej jego strony, udostępniono do badań. Z tego samego powodu bardzo mało fragmentów trafiło do kolekcjonerów. Mt. Tazerzait jest znacznie bardziej dostępny. W obu jednak przypadkach prawdziwa uroda obu chondrytów ujawnia się dopiero po idealnym wypolerowaniu powierzchni przekroju. Gorąco polecamy Mt. Tazerzait każdemu kolekcjonerowi meteorytów.

Tjerebon i...

Przeglądając katalog meteorytów z Macovich Collection oferowanych do sprzedaży na aukcji Phillipsa w czerwcu 1996 roku jeden z autorów (ASP) zauważył zdjęcie meteorytu, który wyglądał jak Mt. Tazerzait. Podpis był tyl-



Płytką Baszkówki, ważącą 18 g, z widoczną porowatą teksturą, dużą inkluzją krzemianową i różnej wielkości chondrami.
Fot. A.S. Piłski.

ko inny. Był to Tjerebon, chondryt typu L5 z Jawy w Indonezji.

Według katalogu 10 lipca 1922 roku nocne niebo nad Jawą rozjaśnił bolid, po czym nastąpiły detonacje. Odnaleziono dwa kamienie; każdy ważący 8 kg. W największych kolekcjach meteorytów zachowało się tylko niewiele fragmentów. Jednak z kolekcji Macovicha zaoferowano ostatnio do sprzedaży pięć całkiem dużych płytek. Przeglądając oferty różnych handlarzy meteorytów autor zauważył, że płytkę Tjerebona oferowało Southwest Meteorite Laboratory. Marvin Killgore po obejrzeniu zdjęcia płytki Baszkówki odpisał: „Baszkówka na zdjęciu przypomina Tjerebon, ale ten ostatni nie ma porów, które ma Baszkówka.” Fałszywy trop?

Na szczęście wkrótce potem Swiss Meteorite Laboratory zaoferowało płytkę Tjerebona. Rolf Bühler z pewnością był tym, kto mógł udzielić odpowiedzi. Posiadał on próbki wszystkich trzech spadków: Baszkówki, Mt. Tazerzaita i Tjerebona. Jego odpowiedź brzmiała następująco: „Według mnie Tjerebon jest bardzo podobny do Mt. Tazerzaita i Baszkówki. Czy sądzisz, że mogą mieć wspólne pochodzenie?” Też pytanie?!

Jeśli przyjąć, że Tjerebon jest jeszcze jednym fragmentem odłupanym od tej samej planetoidy, z której pochodzą Baszkówka i Mt. Tazerzait, to pojawia się problem roju meteoroidów. Tjerebon nie spadł w sierpniu lecz w lipcu. Możemy jednak przypuszczać, że węzły orbity roju meteoroidów powoli przesuwają się naprzód, co oznacza, że każdego roku Ziemia napotyka orbitę

roju coraz później. Jeśli tak, to Mt. Tazerzait powinien uderzyć w Ziemię w sierpniu kilka dni wcześniej niż Baszkówka. I tak istotnie było.

Korzystając z katalogu meteorytów WinMetCat (SML) przeprowadzono poszukiwania innych spadków chondrytów L5, które zdarzyły się w czerwcu, lipcu lub sierpniu. Na podstawie skąpych opisów katalogowych trudno jednak stwierdzić, które z chondrytów L5 są podobne do Baszkówki. Trzeba pamiętać, że każdy, kto zobaczy po raz pierwszy przekrój Baszkówki, woła: „Nigdy dotąd nie widziałem czegoś podobnego!” Tak więc ewentualnych krewnych Baszkówki nie należy szukać wśród dobrze znanych chondrytów. Najbardziej podejrzane chondryty L5 to:

★ **Jhung**, Pakistan, spadł w czerwcu 1873 roku; brak przeobrażeń szokowych.

★ **Chandakapur**, Indie, spadł 6 czerwca 1838 roku.

Jest jednak możliwe, że domniemany rój meteoroidów jest tylko efektem selekcji. Powinniśmy więc poszukiwać krewnych Baszkówki i Mt. Tazerzaita nie według dat ich spadków, ale wśród chondrytów typu L5 o wysokiej porowatości i niskim stopniu przeobrażeń szokowych. Jeśli większość znalezionych w ten sposób krewnych miałaby zbliżone daty spadków, byłby to silny argument za rojem meteoroidów. Długi wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne może nie mieć tu znaczenia. Zaskoczony ogromnym podobieństwem Tjerebona do Mt. Tazerzaita dr Scherer wyznaczył wiek ekspozycji Tjerebona na 2,5 miliona lat.

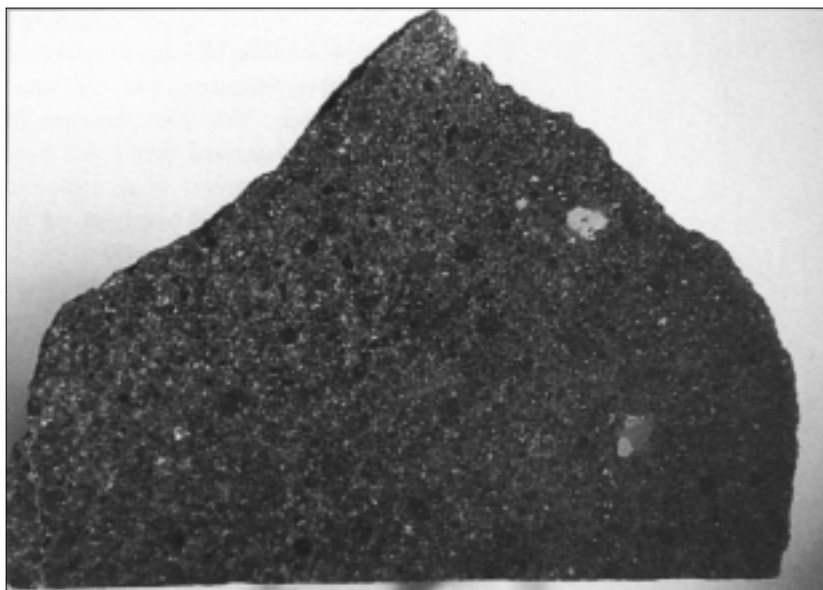
Bardzo trudno jest badać meteoryty mieszkając na samym końcu Polski i w Burkina Faso, z dala od większych zbiorów meteorytów. Stąd nasz apel o informacje o innych ewentualnych krewnych Baszkówki i Mt. Tazerzaita. Ktokolwiek spotka meteoryt bardzo podobny do opisanych wyżej okazów Baszkówki i Mt. Tazerzaita, jest uprzejmie proszony o poinformowanie autorów.

Obserwacje mikroskopowe

Baszkówka

Oglądanie Baszkówki i Mt. Tazerzaita pod mikroskopem stwarza okazję obejrzenia cudów, których zazwyczaj nie widać w meteorytach. Jest to na przykład obecność własnokształtnych kryształów oliwinu i piroksenu, porównywalnych z tymi, które występują w porach niektórych bazaltów. Obecność chondr, a nawet chondr w chondrach w oczywisty sposób przenosi te obserwacje z królestwa skał ziemskich do skał kosmicznego pochodzenia. W wielu miejscach można zauważyć wtórny przyrost chondr wraz z wtórnym rozwojem tego samego rodzaju materii o takiej samej teksturze. Granica między nimi jest bardzo ostra i łatwo zauważalna. Niektóre chondry mają ośrodki krystalizacji, które są kawałkami pokruszonych krzemianów otoczonych przez materię tworzącą resztę chondry. Niektóre chondry są puste w środku i poprzecinane kryształami. Kryształy występują na wszystkich bokach takiej chondry typu „geody”. W niektórych pojedynczych kryształach krzemianu biegnie od brzegu do brzegu i jest zawieszony w „dziurawej” chondrze.

Niektóre własnokształtne kryształy troilitu są „nadmazane” na krzemianowe wąsy, co wskazuje, że osadzały się one z pary. Troilit ten nie styka się ze ścianami porów i przybiera rozmaite kształty, w każdym przypadku z lśnącymi, nietrawionymi ściankami. Występują w dziurach piękne kryształy metalu i troilitu przemieszane ze sobą lub tylko pojedyncze kryształy jednego lub drugiego. Jak wspomniano wcześniej, kontakt z sąsiadującą materią (chondrą, okrucem achondrytowym, kryształem) występuje tylko w dwóch czy trzech punktach. Tak więc na powierzchni przekroju większość ziaren sprawia wrażenie, że „wisi w powietrzu”. Niektóre chondry są całkowicie przezroczyste i niespekane. Nawet te z promie-



Płotka Mt. Tazerzait, ważąca 325 g, z inkluzjami metalu i troilitu (5 – 7 mm), znacznie mniej porowata niż Baszkówka.
Fot. A.S. Piłski.

nistymi kryształami piroksenu są zupełnie przezroczyste i kryształy wiszą w chondrze. Kryształy są przeważnie bezbarwne lub białe, ale można znaleźć także trochę żółtych i brunatno-żółtych kryształów piroksenu.

Jak zwykle w chondrytach typu L jest wiele chondr pasiastych i w większości z nich materia jest przezroczysta a powierzchnie styku „pasków” i ciasta skalnego są gładkie i wyraźne. Na niektórych większych kryształach widać stopniowy przyrost widocznych ścianek, co może wskazywać na zmiany środowiska w trakcie krystalizacji. Niektóre z pierwotnych chondr w złożonych strukturach mają powłoki metalu lub troilitu, na których dopiero osiadała wtórna chondra. Występują także okruchy pasiastego oliwinu, ale bez żadnych śladów tworzenia się chondry. Można to interpretować, że są to okruchy z wnętrza dużej chondry, która popękała na kawałki, albo że pasiasta materia chondr uformowała się zanim chondry powstały. Nie są rzadkie nawet podwójnie zakończone kryształy. Zauważono nawet dwa zbliżone kryształy piroksenu.

Mt. Tazerzait

W przypadku Mt. Tazerzait zauważono o wiele mniej własnokształtnych kryształów i liczne pokruszone chondry. Porowatość jest znacznie mniejsza niż w Baszkówce. Niektóre chondry pękły i dwie połowki zostały przesunięte wzdłuż powierzchni pęknięcia. Pory są znacznie mniejsze w porównaniu z Baszkówką. Ciasto skalne jest pełniej wytworzone i większa część powierzchni przekroju nie jest porowata. Kryształy w porach są bardziej igiełkowate, a w niektórych przypadkach można zauważyć prążkowanie w kierunku pryzmatycznym. Główna część ciasta skalnego składa się z pokruszonej materii chondr i w wielu przypadkach zachowały się tylko fragmenty chondr. Rzadziej występują pasiaste chondry i nie zauważono pasiastych okruchów. Kryształy oliwinu i piroksenu także są przezroczyste. Nie zauważono chondr z dziurami. Ogólne wrażenie jest takie, że materia jest bardzo podobna do Baszkówki, ale została bardziej ściśnięta i towarzyszące temu spękania usunęły większość utworów obserwowanych w Baszkówce.

Andrzej S. Pilski: skr. poczt. 6, 14-530 Frombork, Poland

Wayne Walton: 09 – B.P. 239, Ouagadougou – 09, Burkina Faso, West Africa

Literatura

Haack H., Farinella P., Scott E.R.D., and Keil K. (1996). Meteoritic, Asteroidal and Theoretical Constraints on the 500 Ma Disruption of the L Chondrite Parent Body, *Icarus* 119, pp. 182–191.

Grossman J. N. (1997) *Meteoritical Bulletin*, 81, pp. A161-162.

Stepniewski M., Radlicz K., Siemiątkowski J., Borucki J. (1996) Preliminary Study of the L Chondrite Baszkówka (Poland), *Meteoritics & Planetary Science* 31, pp. A134-135.

Wlotzka F., Scherer P., Schultz L., Otto J., Stepniewski M. (1997). Petrography and Noble Gases of the Unusual L5 Chondrites Baszkówka and Mt. Tazerzait, *Meteoritics & Planetary Science* 32, A141-142.

Wlotzka F. (1995) *Meteoritica l Bulletin*, 78, p. 792

Eukryty, diogenity i howardyty – wszystkie z Westy?

Jim Phillips

(Artykuł z kwartalnika *Meteorite!* Vol. 4 No. 1. Copyright © 1998 Pallasite Press)

Gdy zaczynałem ten artykuł, moim zamiarem było przedstawienie informacji, które wskazywałyby, że chociaż wiele HED (howardytów, eukrytów i diogenitów) może pochodzić z Westy, to z pewnością nie wszystkie pochodzą z tej planetki. Po przestudiowaniu tematu doszedłem do wniosku, że na podstawie obecnych danych naukowych howardyty, eukryty i diogenity pochodzą najprawdopodobniej wszystkie z Westy lub jej potomstwa: planetoid typu V z głównego pasa i planetoid typu V przelatujących blisko Ziemi (NEA).

Westa, jak wszystkie inne ciała macierzyste w Układzie Słonecznym, utworzyła się w wyniku akumulacji materii chondrytowej 4,5 miliarda lat temu. Z jakiegoś nie w pełni wyjaśnionego powodu, Westa została stopiona, uległa dyferencjacji i prawdopodobnie

powstało wewnątrz niej metaliczne jądro. Stopienie tej chondrytowej materii nastąpiło z przyczyny wewnętrznej: rozpadu promieniotwórczego takich izotopów jak ^{26}Al , zewnętrznej w wyniku nagrzewania przez wiatr słoneczny lub wskutek jakiegoś nieznanego mechanizmu. Po stopieniu materii chondrytowej utworzyła się eukrytowa magma. Gdy wędrowała ona na powierzchnię, tworzyły się zbiorniki magmy, w których ulegała ona krystalizacji frakcyjnej tworzącej materię diogenitową. Pozostała magma wypływała i zastygała na powierzchni Westy. Obecne modele wskazują na istnienie powierzchniowej warstwy frakcjonowanej magmy eukrytowej (o grubości około 23–42 km) przykrywającej skrytalizowaną materię diogenitową (o grubości 12–43 km) i zrekrytalizowaną warstwę oliwinu (65–220 km

grubości) pod którą było żelazne jądro o promieniu < 130 km. Eukryty reprezentują więc erupcje lawy, a diogenity są skałami głębinowymi. Później o powierzchnię rozbijały się meteoroidy powodując powstanie mieszaniny materii eukrytowej i diogenitowej, która połączyła się w materię howardytową.

Analiza widma odbiciowego Westy pokazuje, że jest ono niemal identyczne z widmami materii eukrytowej i diogenitowej. Relacja w numerze „Science” z 5 września 1997 r. dokumentuje odkrycie krateru o średnicy 460 km w pobliżu południowego bieguna Westy, z którego zostało wyrzucone około 1% materii Westy (zob. rysunek). Ponadto odkryto ponad 250 małych, o średnicy 5–10 km, planetoid podobnych do Westy („westoid”), krążących między Westą a strefami rezonansowymi 3:1 i η_6 , z których

w wyniku perturbacji mogły zostać przerzucone na orbity przecinające ziemską w ciągu zaledwie kilku milionów lat. Ponadto istnieje siedem planetoid typu V przelatujących blisko Ziemi (NEA). Dla wytworzenia tych planetoid proponowano zderzenia z Westą i te sugestie zostały potwierdzone przez modele komputerowe.

Z danych tych wynika, że eukryty, howardyty i diogenity pochodzą z powierzchni Westy. Dlaczego jednak wszystkie HED mają pochodzić z Westy? Jeśli jedna planetka wielkości Westy została stopiona, wytworzyła eukryty, diogenity a w wyniku dalszych zderzeń także howardyty, to powinno to dotyczyć także innych dużych planetoid. Jednak Westa jest jedyną planetoidą mającą widmo odbiciowe niemal identyczne z widmem eukrytów. W naszych zbiorach są natomiast znaczne ilości meteorytów żelaznych, oraz planetoidy typu M, które mogą być jądrami planetoid, sugerujące, że inne, duże, zdyferencjowane planetoidy zostały w przeszłości rozbite. Jeśli te ciała powstały z materii chondrytowej, to wytworzenie eukrytowej magmy, diogenitów w wyniku krystalizacji frakcyjnej tej magmy i howardytów w wyniku kolejnych zderzeń wydaje się logiczne. Gdzie podziały się eukryty z tych innych porozbijanych planetoid?

Część odpowiedzi zawarta jest, jak sądzę, w wieku ekspozycji meteorytów kamiennych na promieniowanie kosmiczne (choć nie wyjaśnia to, dlaczego nie znaleziono żadnej bazaltowej rodziny planetoid podobnych do Westy w asocjacji z planetoidami typu M takimi jak Psyche. Badanie meteorytów kamiennych pokazało, że żaden nie ma wieku ekspozycji na promieniowanie kosmiczne większego niż 100 milionów lat. Większość eukrytów ma wiek ekspozycji mniejszy niż 60 milionów lat. Wiek ekspozycji meteorytu na promieniowanie kosmiczne, to czas spędzony w kosmosie (w postaci kawałka metrowej wielkości) od momentu, gdy meteoroid został odłupany od ciała macierzystego do chwili lądowania na Ziemi. Meteoryty żelazne mają wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne sięgający aż 1,2 miliarda lat. Ciekawe są maksima wieku ekspozycji dla HED przy 20 – 25 milionów lat i 35 – 42 miliony lat. Zgodne są one z dwoma głównymi zderzeniami, na-

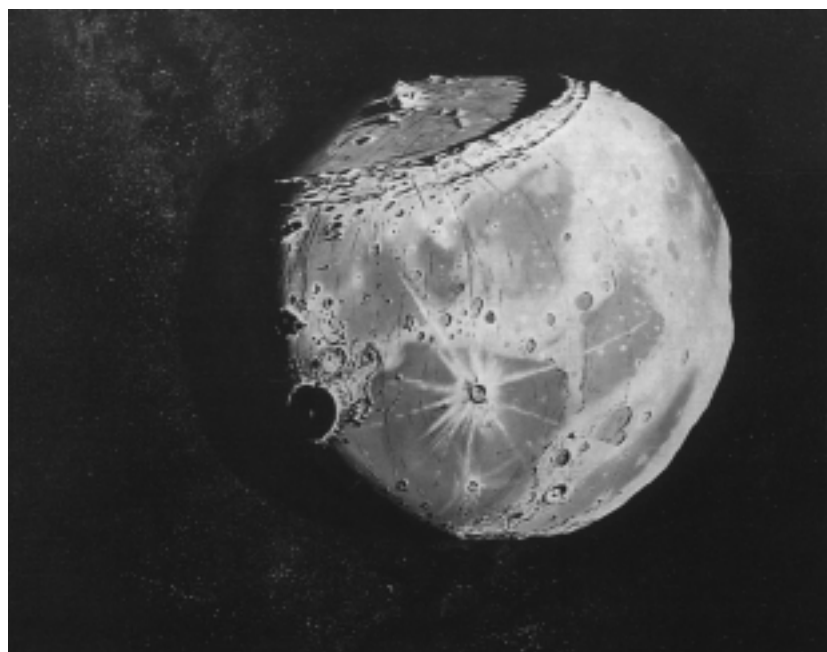
tomiaś do wyjaśnienia wszystkich wieków ekspozycji HED wystarczy pięć zderzeń. Dlaczego prawie nie ma HED z wiekiem ekspozycji większym niż 60 milionów lat? Ponieważ coś albo rozбивa meteority kamienne w ciągu tego czasu, albo usuwa je. Meteoroidy nieustannie zderzają się krążąc w kosmosie i przez 60 milionów lat kamienny meteoroid może zostać rozbity na kawałki takiej wielkości, że będą zbyt małe, aby przetrwać przechodzenie przez atmosferę Ziemi. Bardziej trwałe meteority żelazne, mogą przeżyć dłuższy okres czasu, na co wskazuje ich dłuższy wiek ekspozycji.

Dlatego, chociaż mogły istnieć inne planetoidy pokryte materią eukrytową, to o ile w ciągu ostatnich 60 milionów lat nie było zderzenia, które by je rozбивało, to nie ma najprawdopodobniej eukrytów z innych planetoid niż Westa i jej potomstwo. Chociaż zderzenia występowały przez 4,5 miliarda lat, to mamy meteority kamienne tylko z tych zderzeń, które nastąpiły w ciągu ostatnich 100 milionów lat. Zderzenia z innymi planetoidami pokrytymi materią eukrytową mogły nastąpić wcześniej i ta materia już nie istnieje. Z powodu perturbacji podczas powtarzających się zbliżeń planetoid do Jowisza przez miliony lat wytworzone zostały rezonansowe drogi ucieczki. Planetoida wchodząca do takiej strefy rezonansowej zostaje skierowana na znaczne bardziej eliptyczną orbitę. Chondryty zwyczajne pochodzą z pla-

netoid znajdujących się blisko stref rezonansowych wewnętrznej części pasa, które wysyłają materię ku Ziemi, podczas gdy chondryty węgliste pochodzą z planetoid krążących bliżej Jowisza, gdzie rezonanse wykopują większość z nich ku Jowiszowi i potem poza Układ Słoneczny. Tylko niewielka część materii z ciała macierzystego chondrytów węglistych trafia na Ziemię. Szczęśliwie się złożyło, że materia z powierzchni Westy w postaci westoid trafiała do stref rezonansowych 3:1 i n_6 skąd mogła zostać wyrzucona na orbity prowadzące do Ziemi.

W sumie chociaż zderzenia występowały w ciągu całej historii Układu Słonecznego, nasze zbiory meteorytów nie odzwierciedlają budowy wszystkich planetoid, a tylko stanowią przekrój zderzeń, które wystąpiły w ciągu ostatnich 100 milionów lat (dla meteorytów kamiennych) i to tylko tych, które wysłały materię meteorytową do szczególnych stref rezonansowych, skąd mogła ona trafić na orbity przecinające ziemską. Eukryty, howardyty i diogenity pochodzą z powierzchni Westy i odłupanych od niej fragmentów, które za pośrednictwem rezonansów 3:1 i n_6 trafiły w pobliże Ziemi, przeżyły przejście przez ziemską atmosferę i teraz można je spotkać w naszych zbiorach meteorytów. 

Autor pragnie podziękować za cenne wskazówki, których udzielili mu Paolo Farinella i Joel Schiff.



Rysunek Jerry Armstronga przedstawiający planetoidę 4 Westa z ogromnym kraterem uderzeniowym.

Meteoryt Burnwell (stan Kentucky)

Tim McCoy
(tłum. Michał Kosmulski)

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 1. Copyright © 1998 Pallasite Press)

W styczniu 1997 roku otrzymałem w Smithsonian Institution telefon w sprawie meteorytu, który uderzył w dom, a jego właściciele byli zainteresowani sprzedażą. Co roku otrzymujemy prawie sto telefonów o rzekomych meteorytach, więc jak zawsze poprosiliśmy o przysłanie fragmentu do badań. Mniej więcej tydzień później przyszła paczka z małymi kawałkami i zdjęciami kamienia oraz wycinkiem z gazety. Fragmenty wyglądały dość obiecująco, podobnie jak wycinek z gazety, opisujący liczne dziury pozostawione w domu przez spadający kamień. Jeśli to miało być oszustwo, to ktoś musiał się nieźle namęczyć, aby wyciąć dziury w swoim domu. Badania płytek cienkich wykazały, że był to chondryt. W wyniku rozmów telefonicznych z właścicielami umówiłem się, że przyjadę, aby obejrzeć i ewentualnie nabyć meteoryt. Patrząc z perspektywy czasu wydaje się ciekawe, że nie zadaliśmy sobie trudu, aby sklasyfikować meteoryt, uważając, że każdy dobrze zachowany i obserwowany spadek wart jest umieszczenia w naszej kolekcji. Przygotowując się do wyjazdu nie zdawałem sobie sprawy, że udaję się w podróż, w której odkryję niezwykłą historię pewnej krainy, ludzi, domu i kamienia z kosmosu.

Pewnego zimnego i śnieżnego styczniowego dnia poleciałem do Charleston w stanie Zachodnia Wirginia, a następnie pojechałem nową czteropasmową autostradą do Williamson (w tym samym stanie). Williamson leży w głębi zagłębia węglowego Apalachów, w dolinie Tug Fork River na granicy między stanami Kentucky i Wirginia Zachodnia. Ludzie przybywają tu z różnych powodów. Jako McCoy byłem w dzieciństwie ciągle pytany, czy należałem do „prawdziwych McCoy’ów”, czyli McCoy’ów uwikłanych w sławną wojnę* między klanami McCoy’ów i Hatfieldów. Nie spodziewałem się, że Williamson było ogniskiem tej sławnej

wojny między McCoy’ami z Kentucky, a mieszkającymi na drugim brzegu Tug Fork River Hatfieldami z Zachodniej Wirginii. Miejscowe przewodniki turystyczne wspominają o tym fakcie, pomimo, że nie ma tu nic szczególniego do zobaczenia.

Niektórzy przybywają tu by zobaczyć Dom Węglowy — prawdziwy dom zbudowany z węgla. Obecnie znajduje się w nim Izba Handlowa Tug Valley, ale kiedy przyjechałem Izba była zamknięta, a w sklepie na przeciwko powiedziano mi, że „Silas to jedyna osoba, która tam teraz pracuje, ale zajmuje się też innymi sprawami i często go nie ma”.

Miejsce, do którego przybyłem, znajdowało się w Kentucky, co było dla mnie korzystne, biorąc pod uwagę, że jestem McCoy’em. Droga stanowa 292, asfaltowa dwupasmówka, wije się wzdłuż rzeki Tug Fork River przez miasteczko Burnwell aż do Lower Stringtown Road. Wzdłuż rzeki znajdują się ślady wydobywania węgla, które ma decydujący wpływ na miejscową gospodarkę. Jechałem asfaltową jednopasmówką ponad zagłębieniem. Domy znajdowały się na stromych zboczach wzgórz, a nad nimi rosły drzewa sięgające szczytów wzgórz. Dolne partie zboczy były porośnięte topolami, które zdążyły urosnąć od czasu, gdy przestano tu uprawiać zboże. Zboża tego używano w dużej mierze na zacier, z którego pędzono bimber, a kilka lat temu podczas kopania fundamentów robotnicy odkryli kilka aparatów do destylacji, oraz butelek ciągle jeszcze pełnych bimbru. Można sobie tylko wyobrazić, jakiego musieli mieć kaca następnego dnia. Pomimo, że zima przyćmiła krajobraz, dolina musiała pięknie wyglądać na wiosnę i jesienią. Dowiedziałem się również, że oprócz jeleni, królików i szopów, których można by się tu spodziewać, pospolite są tu czarne niedźwiedzie, a czasem widywano nawet pumy.

Przybyłem, aby spotkać się z Arturem i Franciszką Pegg. Pomimo, że

pani Pegg pochodziła z tego obszaru, jej rodzina przez 30 lat mieszkała w Key West na Florydzie, gdzie pan Pegg miał firmę rybacką. Około 17 lat temu wzmożony ruch turystyczny i zmieniające się oblicze Key West nakłoniły ich do powrotu do Kentucky. Mieszkali przez pewien czas w domu nieżyjącego już dziadka pani Pegg, Jima McCoy, gdzie jako zwierzątko domowe trzymali kozę Sarę Jane oraz konia Sable. W 1990 mieszkając w tym domu zetknęli się z kamieniem z kosmosu.

Dom, który przyszedłem obejrzeć, był to stary biały dom położony na bardzo stromym wzgórzu. Był nieco zniszczony, jako że Peggowie wyprowadzili się 5 lub 6 lat wcześniej. Właściwie spotkanie z meteoritem było tylko ostatnim z wielu epizodów w długiej historii domu. Dziadek pani Pegg, Jim McCoy był jednym z „prawdziwych McCoy’ów” znanych z wojny między McCoy’ami i Hatfieldami. Jak sobie można wyobrazić, jako McCoya powitano mnie z otwartymi ramionami. Zaś kiedy im powiedziałem, że o ile wiem, moi przodkowie McCoy’owie pochodzą z Kansas, powiedzieli mi, że niektórzy z McCoy’ów z Kentucky udali się na zachód na początku „wendety” (taka jest lokalna nazwa wojny rodzin). Dom odegrał również ważną rolę w początkowym okresie wydobywania węgla. Na początku wieku John L. Lewis, hałaśliwy przewodniczący związku zawodowego górników, założył związki w wielu kopalniach węgla w Apalachach i stał się w końcu ważną postacią w ruchu związkowym w Stanach Zjednoczonych. Właściciele kopalń w tej części kraju pogardzali Johnem L. Lewistem. Jim McCoy wielokrotnie ukrywał Johna L. Lewisa w ziemiance obok tego właśnie domu, aby uratować go przed powieszeniem przez wściekłych właścicieli kopalń. Babci McCoy kiedyś podczas obrządku nabój z pistoletu właściciela kopalni przebił wiadro z mlekiem.

Podobno John L. Lewis odwiedzał stary dom aż do swych ostatnich dni.

4 września 1990 r. o 15.45 czasu letniego strefy wschodnioamerykańskiej do historii domu dopisany został kolejny rozdział. Pani Pegg niosła właśnie zakupy do kuchni domu, kiedy usłyszała dźwięk, który pracujący w pobliżu pan Pegg określił jako podobny do terkoczącego dźwięku helikoptera, który zbliżając się zmieniał wysokość. Był to meteoryt. Uderzając, przeszedł przez dach, sufit i podłogę ganku starego domu, wydając dźwięk podobny do wystrzału i odrzucając drzazgi drewna na odległość 6 metrów. Koza i koń Peggów były tak przestraszone, że długo nie można ich było uspokoić. Pan Pegg początkowo myślał, że to narzędzie lub jakaś część z przelatującego samolotu przebiła dom. Nazajutrz zaczął systematycznie usuwać wszystkie przedmioty z zamkniętego obszaru pod przednim gankiem. Obiekt stłukł stare akwarium i zniszczył kilka puszek z farbą. Uszkodzone akwarium stało na starym kredensie, po którego usunięciu znaleziono kamień na cementowym stopniu znajdującym się za nim. Pomimo, że kamień na pierwszy rzut oka przypominał powszechny na tym obszarze węgiel, gdy pan Pegg podniósł go, zorientował się, że w rzeczywistości był to meteoryt. Pan Pegg wydobył pojedynczy kamień o wadze 1,504 kg. Meteoryt jest częściowo pokryty farbą, która znajdowała się w jednej z puszek i nosi ślady rys powstałych w wyniku zderzenia z domem.

Po wydobyciu meteorytu Peggowie pojawili się zarówno w miejscowej gazecie, jak i w lokalnej telewizji. Peggowie skontaktowali się z osobami z NASA aby upewnić się, że obiekt nie był radioaktywny lub w jakikolwiek sposób niebezpieczny, ale powiedziano im również, że meteoryt wchodząc do atmosfery mógł być „wielki jak dom” czy też że zawierał okruchy złota. Pogłoski te zostały szybko zdementowane. Peggowie starannie zabezpieczyli meteoryt, ale zdecydowali, że nadszedł czas by się z nim rozstać. Tego zimnego styczniowego dnia nasze rozmowy przypominały im o wiadomościach, których udzielili im w 1990 roku sąsiedzi, którzy widzieli jasny obiekt zbliżający się z południowego południowego



Dom Peggów trafiony meteoritem 4 września 1990. Fot. Tim McCoy.

wschodu. Zakupiłem meteoryt dla Smithsonian Institution i wróciłem do Waszyngtonu.

Ta historia kończy się po części smutno, a po części szczęśliwie. Peggowie okazali się mili i przyjaźni, a ja bardzo cieszyłem się tą wizytą. Pod wieloma względami otworzyła mi oczy na wydarzenia, które stanowią prawdopodobnie część mojej własnej historii. Z przykrością jednak dowiedziałem się, że po ponad stu latach istnienia jako świadek wendety między McCoy'ami i Hatfieldami, ukrycie jednego z założycieli amerykańskiego ruchu związkowego, miejsce noszące ślady uderzenia kamienia z kosmosu, stary dom został przeznaczony do rozbiórki. Córka i szwagier Peggów zamierzają zbudować na tym miejscu chatę z bali i już w tym roku ma się rozpocząć praca buldożerów. Zaproponowałem panu Peggowi, aby wyciął zawierającą dziurę po meteorycie część dachu, zachowując tę historyczną pamiątkę.

Za to radość sprawiła mi nasza praca z meteoritem Burnwell. Badania w Smithsonian Institution prowadzone przez Sarę Russell, w których również ja brałem udział, podobnie jak Gene Jarosewich oraz Richard Ash, wykazały, że meteoryt ten nie jest podobny do żadnego innego (Russell S.S. i współpracownicy, 1998, Spadek Burnwell, Kentucky — chondryt o niskiej zawartości FeO: opis, klasyfikacja i pochodzenie, *Meteoritics and Planetary Science*, w druku). Burnwell prawdopodobnie stanowi rozszerzenie znanej tendencji chondrytów zwyczajnych LL, L i H. Burnwell jest pierwszym przypadkiem chondrytu zrównoważonego, wykazującym właściwo-

ści, których można by się spodziewać u bardziej zredukowanego chondrytu zwyczajnego (HH?). Posiada on maficzne krzemiany uboższe w FeO, zawiera więcej metalu, skład izotopowy tlenu jest bardziej zbliżony do skał ziemskich, a jego kamacyt zawiera mniej kobaltu. Przez długi czas spodziewano się istnienia meteorytów tego typu, ale wszystkie okazy, które ewentualnie można by zaliczyć do tego typu były albo niezrównoważone (co utrudniało ich klasyfikację) lub zwietrzałe i żaden nie posiadał wszystkich spodziewanych właściwości. Burnwell może dostarczyć dowodu, że różnorodność typów meteorytów, nawet wśród zdawało by się dobrze znanych chondrytów zwyczajnych, jest większa niż określona na podstawie znanych próbek. Ta nowo odkryta wiedza utwierdziła mnie w zadowoleniu z podróży do mojej przeszłości, która rzuciła nowe światło na nasze przysze rozumienie Układu Słonecznego.

*Wydział Mineralogii,
Smithsonian Institution*

***Przypis autora:** *Wendeta, wojna rodów Hatfieldów i McCoy'ów rozpoczęła się podczas amerykańskiej Wojny Secesyjnej (1861–1865). Pewien członek klanu Hatfieldów z Zachodniej Wirginii walczący po stronie Konfederacji śmiertelnie zranił pochodzącego z Kentucky członka klanu McCoy'ów walczącego po stronie Unii. Podczas trwającej ponad 20 lat wendety obie strony wielokrotnie przekraczały Tug Fork River aby porywać, więzić a nawet mordować członków drugiego klanu.*

Człowiek zwany Niedźwiedziem i jego meteoryt

Upadek i kariera Żelaza Pallas — część I

Roy A. Gallant
(tłum. Marek Muciek)

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 1. Copyright © 1998 Pallasite Press)

Wszystko zaczęło się od niejakiego Jakowa Miedwiediewa (którego nazwisko Rosjanom kojarzy się z niedźwiedziem). Był rok 1749. Były kozak, a wówczas kowal, myśliwy i zbieracz szlachetnych metali, wspinał się po gęsto zalesionych stokach 900-metrowej góry Bolszoi Imir w południowo-środkowej Syberii. Poszukiwał złota, łosi, lub czegokolwiek, co przedstawiałoby jakąkolwiek wartość. W pewnym momencie wzrok jego padł na wystające z ziemi złoża rudy żelaza. Z pewnością podniósł i dokładnie obejrzał porzucane wokół kęsy magnetytu, marząc o bogactwach, i dokładnie zanotował w pamięci miejsce swego znaleziska.

To przypadkowe odkrycie stanowiło początek pasjonującej historii najśłynniejszego meteorytu świata i pierwszego kosmicznego „pocisku” w zbiorach Rosyjskiej Akademii Nauk. Początkowo nazywano go Żelaznym Samorodkiem, Masą, Darem Nieba, Bryłą, by w końcu w terminologii meteorytowej określić go m.in. jako Krasnojarsk, Żelazo Pallas, Emir, Małyj Altaj albo Miedwiediewa. Spadł z nieba — nikt nie wie kiedy — i najwyraźniej wylądował miętutko jak poduszka na pierzynie, sądząc po braku jakichkolwiek śladów krateru uderzeniowego. Po latach stał się, dosłownie, kamieniem węgielnym nauki o meteorytach, a zarazem obiektem wielu sporów.

Powróciwszy do swej wsi, leżącej nad rzeką Jenisiej ok. 20 km od miejsca znaleziska, Miedwiediew poinformował o swym odkryciu państwowy zarząd górnictwa w Krasnojarsku, mieście położonym jakieś 200 km w dół rzeki. Miedwiediew miał nadzieję, że ruda zawierała zło-

to. Odkrywców złóż, które przedstawiały wartość eksploatacyjną wyplacano znaleźne.

Krasnojarskie władze natychmiast wysłały na miejsce niejakiego Johana Metticha, niemieckiego inżyniera górniczego, celem przebadania złoża. Nie miało ono wartości przemysłowej. Ale będąc na miejscu Miedwiediew i Mettich postanowili obejść szeroki grzbiet schodzący od szczytu góry i dokładniej przebadać teren. Jakież 300 m od złoża rudy (150 sążni, w starym rosyjskim systemie miar) stanęli jak wryci na widok nieregularnego, okrągłego obiektu o średnicy ok. 70 cm, leżącego na ziemi jakby go ktoś delikatnie położył dźwigiem. Uderzony, dziwny obiekt zadzwonił dźwięcznie. Początkowo Mettich pomyślał, że jest to samorodek żelaza ziemskiego pochodzenia. Wkrótce jednak jego zdziwienie wzrosło, gdy się okazało, że wśród odłamków skał rozrzuconych wzdłuż grzbietu nie można było znaleźć niczego podobnego do tajemniczego „samorodka”. Mettich powrócił do Krasnojarska a Miedwiediew do swojej wsi.

Bez wątpienia dziwna bryła metalu fascynowała Miedwiediewa i nie dawała mu spokoju. Zimą udało mu się sprowadzić ją na swoje podwórko, prawdopodobnie przy pomocy sań i koni. Zaiste herkulesowy wysiłek — toczenie i wleczenie 700-kilogramowego żelastwa w dół zbocza, przez zamrznięte bagna i strumienie. Jako kowal próbował kuć to żelazo, ale stwierdził, że jest zbyt miękkie aby dało się z niego zrobić jakiś użytek. Co więcej, na skutek rozgrzewania straciło swoją kowalność i stało się beznadziejnie kruche. Nie wiadomo czy Miedwiediew podejrzewał ko-

smiczne pochodzenie swego „samorodka”. Jednak ta myśl mogła zostać mu podsunięta przez miejscowych szamanów, którzy na szczycie góry odprawiali obrzędy na cześć „Daru Nieba”.

Kamienie z nieba?

W tamtych czasach środowisko naukowe uważało pogląd o kosmicznym pochodzeniu meteorytów za dziwaczny. Myśleli tak nawet tacy luminarze jak Thomas Jefferson, uczony prezydent Stanów Zjednoczonych, pełniący swój urząd na przełomie XVIII i XIX w. Z roku 1802 pochodzi anonimowa krytyka, pełna pogardy dla tych, którzy wierzyli w kamienie spadające z nieba (1):

„Rzadkość tych zjawisk, która nie pozwoliła dotychczas obejrzeć ich z bliska przez osoby obdarzone inteligencją, a zarazem godne zaufania, i która zdaje się rezerwować je wyłącznie dla oczu ludzi prostych, tak bardzo skłonnych do przesady, powstrzymuje uczonych od wiary w istnienie owych kamieni.”

A jednak spadki meteorytów obserwowano od starożytności, a kolekcjonowali je już Chińczycy i Egipcjanie. Według D.W. Searsa (2), widywany w egipskich grobowcach hieroglif oznaczający żelazo meteorytowe tłumaczy się dosłownie „żelazo niebiańskie”. Wiele meteorytom oddawano religijną cześć, a jeden niesiono w królewskiej procesji w Rzymie. A w 1981 roku Żelazo Pallas miało doczekać się poświęconego mu 1,5-tonowego żeliwnego monumetu, wystawionego na szczycie góry, na którą spadło.

Wśród tych, którzy dopuszczali możliwość istnienia „owych kamieni”

były cztery grupy. Jedni twierdzili, że są one produktami wulkanów i huraganów. Inni sądzili, że są to ziemskie skały stopione przez pioruny, jeszcze inni uważali je za zestalone wyziewy Ziemi. Czwarta grupa wierzyła w ich pozaziemskie pochodzenie. Wśród tych ostatnich był słynny francuski astronom i matematyk Simon Laplace, który podejrzewał — słusznie, jak się okazało! — że niektóre meteoryty przybyły z Księżyca. Wydaje się, że ten pomysł pojawił się w wyniku obserwacji rzekomych wulkanów na Księżycu, dokonanych w 1787 roku przez równie słynnego astronoma angielskiego Williama Herschla.

Pojawia się Peter Simon Pallas

Znalezisko Miedwediewa pozostało jego podwórkową ciekawostką do 1771 lub 1772 roku. W tym właśnie czasie niezwykle niemiecki przyrodnik Peter Simon Pallas prowadził obszerne badania Syberii na zlecenie cesarskiej Akademii Nauk w St. Petersburgu. Zakres zainteresowań Pallas był ogromny. Od procesów górotwórczych, zmienności zwierząt i paleontograficznej interpretacji zwierzęcych skamieniałości do nauczania przyszłego cara Aleksandra I i jego brata Konstantego. I wszystko to około trzydziestego roku życia! Ceniono go tak bardzo, że przyznano mu honorowy tytuł akademika za liczne prace badawcze, wśród których były dzieła z dziedziny botaniki, geologii i etnografii.

Podczas swego pobytu w Krasnojarsku Pallas wysłał swojego sługę — znamy tylko jego imię, Jakub — z jakimś poleceniem, które zawiodło go do wsi Miedwediewa. Jakub, również były kozak, mógł znać Miedwediewa. W każdym razie żelazo zostało mu pokazane. Przeczując niezwykłość tego obiektu Jakub poprosił Miedwediewa o odcięcie kawałka, który mógłby zabrać dla Pallas. Zbadawszy próbkę Pallas zdał sobie sprawę, że jest to coś bardzo osobliwego. Sądził jednak, że jest to raczej naturalny produkt uboczny ziemskich transformacji geologicznych, niż przybysz z kosmosu. Pallas był zdecydowanym przeciwnikiem idei kamieni z nieba. Ten jego pogląd mógł zostać wzmocniony przez opublikowany w 1772 roku raport komisji Francuskiej Akademii Nauk. Relacjonowano w nim

wyniki pierwszej analizy chemicznej kamienia, o którym mówiono, że spadł z nieba. Komisja, w skład której wchodził słynny francuski chemik Antoine Lavoisier, doszła do wniosku, że kamień ten był po prostu kawałkiem ziemskiego porytu, w który uderzył piorun. Od tej pory takie kamienie zaczęto konsekwentnie nazywać „kamieniami piorunowymi” i przestano je uważać za coś niezwykłego. Pisze Sears: „Środowisko naukowe podśmiewało się z łatwowierności ludzi, którzy wyobrażali sobie, że kamienie mogą spadać z nieba.” (3)

Bryła chudnie

Pallas natychmiast zarządził przewiezienie żelaza (które miało zostać nazwane jego nazwiskiem) do St. Petersburga dla dalszych badań przez uczonych z Akademii. Zostało ono



Peter Simon Pallas (1741–1811)

wysłane drogą lądową, zimą, po śniegu, do najbliższego portu nad następną rzeką. Stamtąd zostało zabrane statkiem do następnego portu, w którym znów czekało zimy aby odbyć swą kolejną podróż saniami do następnej rzeki, i tak dalej, aż do St. Petersburga. Gdziekolwiek się pojawiła, Bryła wzbudzała wielkie zaciekawienie. Szczególnie wśród członków zarządu Koływanowoskriesienskiego zarządu kopalń w mieście Barnauł, którzy (między innymi) odcięli kawałek dla siebie. Wreszcie, w maju 1776 roku Bryła dotarła do St. Petersburga, lżejsza o parę kilogramów. Podróż zajęła 4 lata i 3 miesiące. Kolejne próbki były odłupywane od Bryły i wysyłane do laboratoriów licznych towarzystw naukowych i muzeów w Londynie, Paryżu, Wiedniu, Berlinie, Jenie i Sztokholmie, nie wspominając o dziesiątkach

kolekcji prywatnych. Niektórzy europejscy uczeni zaczęli ostrzegać, że jeśli nie zaprzestanie się odcinania próbek, to niedługo nic nie zostanie z meteorytu. W 1787 roku władze rosyjskie zaprzęstały rozprowadzania próbek. Gdzieś przed rokiem 1830 Żelazo Pallas zostało przeniesione z petersburskiego Gabinetu Sztuki do Muzeum Mineralogicznego Akademii Nauk. W roku 1835 rosyjski chemik G.I. Hess oficjalnie określił wagę meteorytu na 31 pudów i 30 funtów, czyli 522 kg (Pud jest starą rosyjską miarą wagi, równą 16,38 kg). Według rosyjskiej historyczki astronomii Aliny Jeremiejewej, początkowa masa Żelaza Pallas zawierała się prawdopodobnie pomiędzy 41 a 42 pudami (670–688 kilogramów). Tak więc w trakcie podróży, i później w St. Petersburgu, odłupano około 10 pudów (165 kg). Największy kęs ważył 1,5 puda. Ta próbka znikła bez śladu i nigdy nie udało się jej odzyskać.

Od 1778 do 1866 roku Żelazo Pallas pozostawało nieme. Rosyjska Akademia Nauk nie opublikowała ani jednej pracy o słynnym już wówczas meteorycie.

Około 1776 roku mała, zaledwie kilkugramowa próbka wpadła w ręce niemieckiego chemika E.K.F. Meyera. Jako pierwszy w Europie wykonał on jakościową i ilościową analizę chemiczną fragmentu Żelaza Pallas. Określił on strukturę krystaliczną składowej kamiennej meteorytu (zidentyfikowanej później jako oliwin) i oznaczył pozostałe składniki: tlenek żelaza, dwutlenek krzemu i tlenek manganu. Praca Meyera dowiodła, że próbka nie mogła być dziełem rąk ludzkich ani nie była pochodzenia wulkanicznego. Co więcej, kowalność składowej żelaznej przekonała go, że proces stygnięcia musiał być niezwykle powolny. Badając kilka innych tajemniczych próbek żelaza rodzimego odkrył, że trzy z nich również miały wtręty żółtawego, przezroczystego oliwinu. Tak właśnie zamajaczyły podstawy nowej nauki — meteorityki.

W roku 1794 niemiecki fizyk Ernst Chladni podsumował swe obszerne badania nad bolidami w książce, w której wyraził niepopularny pogląd, że „kamienie” spadające z nieba mają kosmiczne pochodzenie. Wśród takich „kamieni” wymienił również Żelazo Pallas, dając tym dodatkowy



Ernst F.F. Chladni (1756–1827)

impuls rodzącej się meteorytyce. Sears jednak jest sceptyczny wobec dokonania Chladniego, twierdząc, że brakowało mu jasnej świadomości związku pomiędzy obiektami, o których pisał, a kamieniami, których spadek rzeczywiście obserwowano. Zdaniem Searsa prawdziwym bohaterem na tym polu był angielski chemik Edward Howard. Przy pomocy francuskiego mineraloga Jacques-Louisa hrabiego de Bournon, Howard przeanalizował ponad pół tuzina dużych meteorytów, w tym również Żelazo Pallas, którego zresztą Chladni nigdy nie badał. Analiza chemiczna Howarda wykazała wyraźne podobieństwo pomiędzy badanymi obiektami. Jeszcze bardziej znaczące było to, że wszystkie one zawierały nikiel. Tej cechy Chladni nie zauważył. Prace Howarda wykazały znaczenie podobieństwa meteorytów, które spadły w zupełnie różnych miejscach. Badania Chladniego, wsparte precyzyjnymi analizami chemicznymi Howarda z 1802 roku i pracami innych badaczy, spowodowały, że świat naukowy zmienił zdanie i zaakceptował pozaziemskie pochodzenie meteorytów.

W drugiej połowie XIX w. w powszechnym mniemaniu uczonych Księżyc, jako źródło meteorytów, ustąpił miejsca pasowi planetoid. W czasach gdy znano już 30 planetoid przyjęto pogląd, że są one fragmentami rozbitej planety, które od czasu do czasu spadają na Ziemię. Znamienity niemiecki geofizyk Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander baron von Humboldt w roku 1849 śmiało nazywał meteoryty „najmniejszymi z planetoid”. Był jednak dość odosobniony w tym mniemaniu.

Należyne miejsce dla Żelaza Pallas

Choć dzięki pracom Howarda zaczęto traktować meteoryty z odpowiednim szacunkiem, to jednak nie usuwały one wątpliwości co do kosmicznego rodowodu Żelaza Pallas. W roku 1872 generalny inspektor górnictwa Francji na spotkaniu Paryskiego Towarzystwa Geologicznego zaprzeczył kosmicznemu pochodzeniu Żelaza Pallas. Świeżo przeprowadzone wówczas badania na Grenlandii wykazały, że znajdowane tam rzekome meteoryty miały w istocie identyczny skład jak tamtejsze rudy, a więc najprawdopodobniej nie pochodziły z kosmosu. Jego zdaniem, najpewniej okazałoby się, że również Żelazo Pallas ma skład identyczny ze złożem rudy żelaza odkrytym przez Miedwiediewa. Przywróciłoby to Emirowi jego skromny status produktu normalnych, ziemskich procesów geologicznych.

Aby rozstrzygnąć tę wątpliwość, w sierpniu następnego roku petersburska Akademia Nauk wysłała inżyniera górniczego I.A. Łopatina z zadaniem szczegółowego przebadania złoża Miedwiediewa, tak, aby można było jego skład porównać ze składem Żelaza Pallas. W swym raporcie z roku 1874 Łopatin stwierdził, że nie znalazł w rudzie żadnych samorodków żelaza, które choć w przybliżeniu przypominałyby Żelazo Pallas. Tak więc Bryła odzyskała swój kosmiczny splendor.

Nasza saga nie może pominąć jeszcze jednej osoby. To berliński mineralog G. Rose, który w roku 1825 badał strukturę krystaliczną oliwinu w meteorycie Pallas. Niektóre kryształy miały małe, cienkie, rurkowate struktury, czasem puste, a czasem wypełnione innym materiałem niż żółtawy i przeźroczysty oliwin. To właśnie Rose określił nową klasę meteorytów żelazo-kamiennych, podobnych do Żelaza Pallas i stąd zwanych pallasytami.

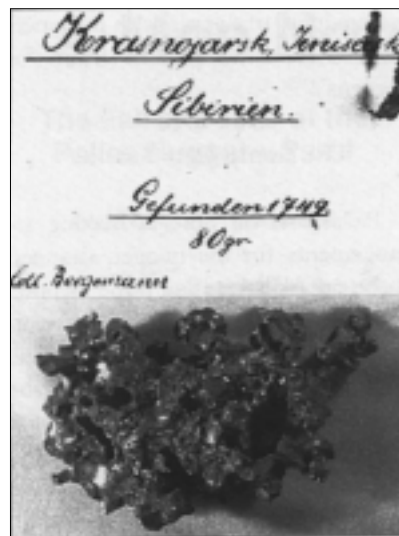
Wydarzenie, które ostatecznie wyniosło Żelazo Pallas na kosmiczny piedestał miało miejsce 1 czerwca 1902 roku, w pobliżu St. Petersburga. Każdy, kto tego dnia miał okazję spojrzeć w niebo widział bolid, kreślący na niebie płomienistą smugę i uderzający w brzeg jeziora Ładoga, w rejonie zatoki Marjalahti. W momencie uderzenia rozpadł się i rozsypał w pro-

mieniu 50 m. Największy fragment ważył 22.7 kg. Analiza wykazała, że był to właściwie duplikat wszystkich, wcześniej znalezionych pallasytów.

Według Jeremiejewej, znane są 43 pallasyty. Ale oprócz Marjalahti zaledwie dwa obserwowano jako bolidy, mianowicie Omolon i Zaisho. Wskazuje ona również, że to rosyjski geolog P.N. Czirwinskij (1889–1955) sklasyfikował pallasyty jako typ pośredni pomiędzy meteorytami żelaznymi a kamiennymi.

Literatura

1. Anonim, 1802. „*O meteorach rzekomo spadłych w postaci kamieni*” Phil. Mag. (Tilloch) **14**, 271
2. D.W. Sears „*Natura i Pochodzenie Meteorytów*”, Monographs on Astronomical Subjects: 5, Oxford University Press, New York, 1978, str. 2
3. *ibid.*, str. 2



Fragment meteorytu Krasnojarsk z kolekcji Allana Langheindricha.

Fot. O. Richard Norton

Wyprawa dr. Gallanta do odległego i niegościnnego miejsca spadku meteorytu Pallas, podjęta latem 1997 roku, zostanie opisana w części II tego artykułu. Ukaże się ona w następnym numerze pisma.

MM

Monachium '97

Christian Pinter

Publikacja z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 1.
Copyright © 1998 Pallasite Press

Po raz ostatni handlarze minerałów z całego świata zebrali się na największych europejskich targach minerałów w Monachijskim Centrum Targowym. Było trochę niepewności ale nie nostalgii. W sześciu obszernych halach setki stoisk kusiły barwnymi klejnotami, egzotycznymi minerałami, osobliwymi skamieniałościami i piękną biżuterią. Wśród nich można było dostrzec z tuzin osób specjalizujących się w meteorytach. Pomijając pallasyty, mieli oni z pewnością najmniej barwne okazy do zaoferowania. Niemniej zwiedzający tłoczyli się wokół ich małych stoisk. Czasem trzeba było sporo cierpliwości, aby móc przyjrzeć się z bliska ich skarbowi.

Nie trzeba mówić, że wciąż dominuje Gibeon. Bud Eisler sam znalazł ostatnio 13 okazów w ciągu zaledwie dwóch dni i kupił kilkaset innych. Wybiera się teraz na Syberię. Jego płytki Gibeona, Toluki, Odessy i Sikhote-Alina pięknie demonstrowały różne rodzaje figur Widmanstättena. Canyon Diabla zajmował drugie miejsce, a najwięcej miał go chyba Marvin Killgore. „Problemem jest Internet” powiedział. Ludzie, którzy teraz znajdują meteoryty, zaraz szukają cen na stronach internetowych i handlarzom trudniej kupić okazy na dobrych warunkach.

Równie widoczny jak Canyon Diabla był Sikhote-Alin. Gregor Pacer z Niemiec miał najładniejsze całkowite okazy. Piękny meteoryt z doskonałymi regmagliptami oferował za 700 dolarów USA. „Pod ładą mam jeszcze ponad pięć kilogramów” chwalił się.

Odlamki Sikhote-Alina leżały prawie wszędzie, ale najwięcej miał Erich Haiderer. Jeden z jego okazów był niemal wielkości piłki ręcznej. „W sumie” oceniał „przywieźliśmy do Monachium tonę materii pozaziemskiej”. Austriak sprzedawał także fragmenty Heze (obecnie noszącego nazwę Juancheng), który spadł w Chinach w lutym 1997 roku. Te chondryty tak nagrzewały się w świetle reflektorów, że ktoś niedoświadczony mógłby łatwo

uwierzyć, że spadły one tu przed kilkoma sekundami. Serce mi zabiło, gdy zauważyłem u niego Murchison większy niż piłka pingpongowa.

Jeśli chodzi o meteoryty kamienne, królował afrykański Gao. Christian P. Stehlin był dumny z ogromnego okazu ważącego 25,5 kg. Ten Szwajcar z Bazylei przywiózł do Monachium bogatą i robiącą wrażenie kolekcję meteorytów kamiennych i żelaznych, wśród nich wiele całkowitych okazów. Podziwiałem jego okazy meteorytów i szklawa impaktowego z kraterów Wabar, a mój zachwyt wzbudził mały, biały aubryt z Pena Blanca Spring.

Alain i Louis Carion także włączyli Gao do swej prezentacji. Przewędrowali oni Maroko, Mauretanię i Egipt a wkrótce zamierzają ponownie wybrać się na Pustynię Libijską. Ci Francuzi mieli także materię związaną ze spadkami meteorytów, jak szarą, brunatną i czerwoną brekcję ze struktury Rochechouart i mikrotektyty z Haiti mające 65 milionów lat.

Tokyo Science zachwycało meteorytami z historycznych spadków z XIX wieku jak Braunau, Stannern czy Charsonville, podczas gdy Ausrox oferowało australijskie meteoryty; między innymi Tenham, Huckitta i Karoonda. Wśród mezosyderytów niepodzielnie panował Lamont, a wśród pallasytów Esquel i Imilac. Wielu handlarzy wykorzystywało duże, przezroczyste płytki pallasytów do przyciągnięcia uwagi. Największa płyta Esquel zdołała stoisko Roberta Haaga. Wśród jego okazów były płytki cienkie Gao, Tuxtuac, Millbillillie, Murchison i Labenne 97096. Nie mogłem się oprzeć kupieniu chondrytu enstatytowego Labenne. Dwie hale dalej kupiłem za 270 dolarów mikroskop stereoskopowy z dwoma powiększeniami i dwoma źródłami światła.

Ten przyrząd sprawił także, że byłem bardziej zadowolony z ważącego 0,13 karata Zagami sprzedawanego przez handlarza biżuterii za 27 dolarów. Miał on tylko 2 mm średnicy. Przy dziesięciokrotnym powiększeniu moż-



Christian Stehlin ze swym okazem Gao ważącym 25,5 kg. Fot. Christian Pinter.

na było pomarzyć sobie o tym, co można było dostać za tę samą cenę dwa lata temu.

Czescy specjaliści od tektytów z Krumlowa i Budziejowic ozdobili swe stoły tysiącami zielonych moldawitów od odłamków po okazy muzealnej jakości. Pewna niemiecka firma oferowała całe worki takich odłamków ważące po 450 g. Można tam było także zobaczyć naczynie wielkości bębna pralki, wypełnione czarnymi indochinitami. Kilku handlarzy miało australity od małych soczewek po 2 dolary do guzika z kołnierzem za 765 dolarów.

Zauważyłem nieco większe różnicowanie niż w zeszłym roku i ciekaw jestem następnie monachijskiej giełdy. Odbędzie się ona od 30 października do 1 listopada 1998 roku, ale pierwszy dzień jest tylko dla handlarzy. „To jest dzień, kiedy odbywa się prawdziwy handel” powiedziano mi.

Przyszłe targi będą się odbywać w nowym centrum, w którym jest znacznie więcej miejsca. „Więcej handlarzy, większa konkurencja” przewidywał doświadczony handlarz opali. Nie dotknie to prawdopodobnie zbyt wielu handlarzy meteorytów, ale „będzie ważne zdobycie stoiska w pierwszej lub drugiej z trzech hal” niepokoił się Gregor Pacer. Jednak karty będą rozdawane w Monachium od nowa.

*Christian Pinter, Ph.D., Journalist
A-1210 Wien, Austria
E-mail: pinter@ping.at
<http://members.ping.at/pinter>*

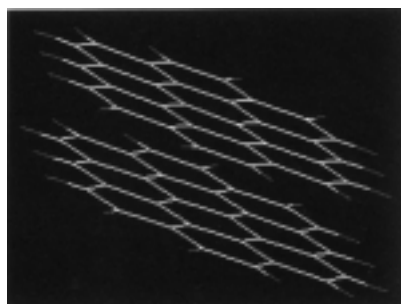
Od redaktora: Na internetowych stronach dr. Pintera można poczytać sobie po niemiecku (albo po angielsku) o Morasku. Gregor Pacer bywa na niektórych giełdach minerałów w Polsce. W następnym numerze postaram się podać informacje, kiedy i gdzie pojawi się z meteorytami. 

Fullereny w meteorytach

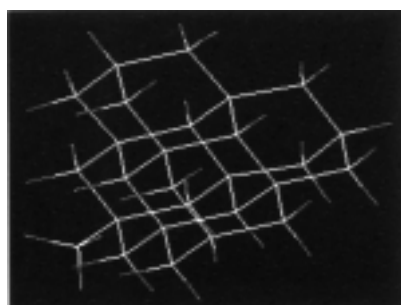
Gregory T. Shanos
(tłum. Marek Muciek)

Publikacja z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 1.
Copyright © 1998 Pallasite Press

Wiadomo od stuleci, że węgiel istnieje w dwóch krystalicznych odmianach (tzw. alotropach): jako grafit lub diament. Grafit, najbardziej popularna forma węgla, zbudowany jest z cząsteczek tworzących płaskie arkusze atomów, układających się w sześciokątne wzory na kształt plastrów miodu (Rys.1). Arkusze owe łatwo ślizgają się względem siebie czyniąc grafit miękkim i śliskim. Diament natomiast składa się z atomów ułożonych w piramidalną strukturę zwaną tetraedronem (Rys.2). Ta sztywna konstrukcja daje diamentowi jego niezwykłą twardość. Natura i siła wiązań chemicznych sprawia, że diament jest najtwardszą znaną substancją.



Rys. 1. Węgiel w postaci grafitu.



Rys. 2. Węgiel w postaci diamentu.

Niedawno odkryto nową formę węgla, o niemal niewiarygodnej strukturze — 60 atomów węgla tworzy coś, co przypomina piłkę futbolową. Nadano tej cząsteczce nazwę „buckminsterfulleren”, na cześć amerykańskiego architekta Buckminster Fullera, który zaprojektował kopułę o podobnym kształcie. Szybko skrócono tę nazwę do fullereanu. Jest ona synonimem cząsteczki C_{60} . Atomy C_{60} są ułożone w regularne pięciokąty i sześciokąty (dokładnie 12 pię-

ciokątów i 20 sześciokątów). Cząsteczka C_{60} jest wyjątkowo trwała, wykazuje nadprzewodnictwo i ma zdolność łąpania w pułapkę innych molekuł.

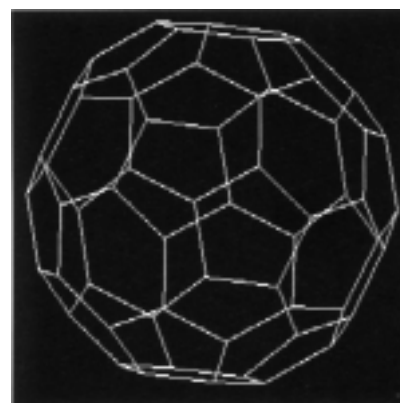
Odkrycia C_{60} dokonali w 1985 roku Richard Smalley z Rice University i Harold Kroto z uniwersytetu w Sussex. Badali oni pary węgla podgrzanego do temperatury 8000°C . Nieoczekiwanie dostrzegli tajemniczą, nową formę węgla. Testy chemiczne wykazały, że nowa cząsteczka składa się z 60 atomów węgla ułożonych w kształt piłki futbolowej. Co więcej, w mieszaninie obecna była również podobna molekula C_{70} (Rys.4). Za odkrycie fullereanu Richard Smalley, Harold Kroto i Robert Curl otrzymali w 1996 roku nagrodę Nobla.

Fullereny syntetyzowano w ekstremalnych warunkach w laboratoriach. Zaczęto jednak badać czy nie występują one również w przyrodzie. Pierwsze dowody na ich istnienie w utworach geologicznych odkryto w bogatych w węgiel prekambryjskich skałach pochodzących z rejonu Szunga, w Rosji. Przy pomocy spektroskopii masowej Peter Buseck ze współpracownikami potwierdzili w 1992 roku istnienie C_{60} i C_{70} w węglu szungitowym. Sądzi się, że szungit utworzył się z bogatego w węgiel materiału uwiecznionego w szczelinach skalnych, który uległ przetworzeniu w skrajnych warunkach. Szungit albo zawierał fullereny od początku, albo cząsteczki te utworzyły się w wyniku nieznanых procesów podczas metamorfozy. Rok później Terry Daley z kolegami odkryli fullereny w fulguritach. Fulgurity to szkliste skały tworzące się gdy piorun uderza w ziemię. Ta sytuacja to naturalny odpowiednik ekstremalnych warunków laboratoryjnych, w których syntetyzowano pierwsze cząsteczki fullereanu w 1985 roku. W miejscu uderzenia pioruna skała topi się i miesza z okoliczną glebą. Fullereny powstają zapewne z materii organicznej zawartej w glebie. Te właśnie fullereny zostały odkryte w fulguritach pochodzących z Sheep Mountain w Kolorado. Piaski kwarcowe z kilku innych okolic nie wykazały obecności fullerenów,

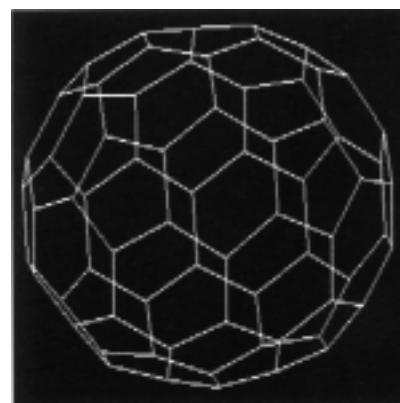
na skutek braku węgla. Inni badacze doszli do wniosku, że fullereny mogą również tworzyć się w łagodniejszych warunkach, np. w sadzy zwykłego płomienia.

Fullereny zostały również odkryte przez Dietera Heymana i jego współpracowników w 1994 roku w warstwie granicznej pomiędzy kredą a trzeciorzędem (warstwa K/T). Zwiększona zawartość irydu, w skali globalnej, na granicy kredy i trzeciorzędu jest śladem po uderzeniu meteorytu lub komety, które wydarzyło się 65 mln lat temu. Luis Alvarez z kolegami jako pierwsi skojarzyli to zdarzenie z wyginięciem dinozaurów. Warstwa K/T zawiera w obfitości węgiel w postaci sadzy, powstałej w czasie ogólnosiwiatowego pożaru, który nastąpił w wyniku katastrofy. Zawartość C_{60} w warstwie K/T z Nowej Zelandii wynosi 0,1 – 0,2 części na milion (ppm). Analiza izotopowa dowiodła, że zarówno sadza jak i fullereny są pochodzenia ziemskiego.

Luann Becker i inni znaleźli później C_{60} i C_{70} w kraterze Sudbury. Fullereny były również obecne w próbkach pochodzących z Onaping, w ilości 1–10 ppm. Dwa lata później, w materiale z krateru Sudbury, Becker i jej zespół odkryli hel uwieczniony wewnątrz fullerenów ($\text{He}@C_{60}$). Stosunek izoto-



Rys. 3. Węgiel w postaci fullereanu C_{60}



Rys. 4. Węgiel w postaci fullereanu C_{70}

powy 3He/4He przewyższał o 30% odpowiednią wartość wyznaczoną dla wiatru słonecznego. Stąd wniosek, że hel uwięziony w fullerenie z Sudbury jest pozaziemski i może pochodzić z czasów sprzed powstania Układu Słonecznego.

W roku 1994 inna grupa Luann Becker doniosła o odkryciu fullerenów w chondrycie węglistym CV3 Allende. Znalezienie ich tam było dosyć trudne ze względu na ich niezwykle małą koncentrację. Zawartość C_{60} określono na 0,1 ppm. W ostatnim artykule L. Becker i in. (Meteoritics & Planet. Sci. **32**, 1997) stwierdzają istnienie w meteorycie Allende fullerenów ($C_{60}H_x$). Zaobserwowali tam również wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (PAH), takie jak benzofluoranten i korannulen ($C_{20}H_{10}$). Zakrzywiony kształt tych cząsteczek mógł spowodować, że odegrały one rolę prekursorów w tworzeniu fullerenów.

B.H. Foing i P. Ehrenfreund wykazali, że niektóre z międzygwiazdowych pasm absorpcyjnych, obecne w widmach kilku gwiazd, mogą być tworzone przez cząsteczkę C_{60}^+ . Na podstawie swych obserwacji autorzy ci szacują, że 0,3% – 0,9% międzygwiazdowego węgla może istnieć w postaci C_{60}^+ . Fullereny są trwałe i mogły przetrwać w ośrodku międzygwiazdowym. Ograniczeniem na ich obfitość jest jednak obecność wodoru. Istnienie fullerenów i fulleranów w chondrycie węglistym Allende wzmacnia argumenty za tworzeniem przez C_{60}^+ rozmytych pasm międzygwiazdowych, oraz sugeruje możliwość powstawania tych cząsteczek w ośrodku okołogwiazdowym.

Fullereny odkryto również w przestrzeni kosmicznej. Brozolo i jego koledzy przebadali w 1994 roku mały krater, który powstał w aluminium panelu satelity Long Duration Exposure Facility (LDEF). Krater ów utworzył się w wyniku uderzenia mikrometeorytu węglatego, w czasie gdy satelita krążył na orbicie wokół Ziemi. W kraterze tym znaleziono fullereny.

Odkrycie fullerenów w laboratorium, w przyrodzie i w meteorytach otworzyło nowe pole badań. Zainteresowany czytelnik może szukać dalszych informacji w internecie, pod adresem:

<http://buckminster.physics.su-nysb.edu/>

Greg Shanos jest doktorantem na wydziale farmacji Uniwersytetu Florydy.



Spytaj geologa

odpowiada Bernhard Spörli

Publikacja z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 1.

Copyright © 1998 Pallasite Press

1. Co powoduje, że ciasto skalne w chondrytach ma różną barwę? Niektóre chondryty są białoszare, a niektóre ciemnobrązowe; na przykład Holbrook (białawy) i Tenham (ciemny) są oba chondrytami oliwinowo-hiperstenowymi L6.

Ciasta skalne chondrytów są często niejednorodne zarówno pod względem fizycznym jak i mineralogicznym, gdyż składają się z materii pochodzącej z różnych źródeł. Ponieważ są bardzo drobnoziarniste, są bardziej aktywne chemicznie niż gruboziarniste chondry i dlatego łatwiej ulegają działaniu wtórnych procesów, takich jak metamorfizm cieplny, szokowy i przeobrażanie przez wodę. Przeważnie takie właśnie wtórne procesy prowadzą do różnic barw. Ślady wtórnych procesów można wykryć nawet w większości niezrównoważonych chondrytów, z których część wykazuje skutki lityfikacji i słabego metamorfizmu z okresu początkowej akrecji chondrytu. Barwa ciasta skalnego zależy częściowo od materii wyjściowej. Na ogół ciemne ciasto skalne jest szczególnie drobnoziarniste i może zawierać szkliwo, podczas gdy białe ciasto skalne będzie bardziej krystaliczne i porowate, oraz jak w przypadku chondrytu Tieschitz (H3), czasem będzie składać się z bardzo małych kulek. Białe ciasto skalne bywa także wzbogacone w glin, krzemionkę i alkalia.

Chondryty typu L6 Holbrook i Tenham należą do najbardziej zrekrystalizowanych. Nie trudno sobie wyobrazić, że różne kawałki nawet tego samego ciała macierzystego mogły przeżyć różne zjawiska w ciągu swej dalszej historii. Wiele chondrytów L6 poczerniało wskutek wytworzenia szkliwa w wyniku zderzenia 400 – 550 milionów lat temu. Tenham wykazuje także wysoki stopień metamorfizmu cieplnego i szokowego. Efekty szokowe w przeciwieństwie do cieplnych nie rozkładają się równomiernie. Ponadto w niektórych chondrytach widać ślady przeobrażeń wodnych po ich akrecji. Holbrook może także wykazywać ślady wietrzenia ziemskiego.

2. Jakie są liczne różne postacie krzemionki?

Krzemionka jest dwutlenkiem krzemu i jest źródłem drugiej pod względem obfitości grupy minerałów w ziemskiej skorupie. Najpierw omówimy postacie krystaliczne. Składają się one w zasadzie z połączonych czworoscianów tlenku krzemu ułożonych w różne wzory. Ponieważ wszystkie one mają ten sam wzór chemiczny, mówi się, że są to odmiany polimorficzne.

Kwarc jest najbardziej znany i najbardziej powszechny. Jego czworosciany ułożone są w pętle składające się z sześciu lub ośmiu elementów. Struktura jest luźniejsza i bardziej elastyczna w przypadku kwarcu niskotemperaturowego, który jest polimorfem występującym w niskich temperaturach i ciśnieniach. W przypadku wysokotemperaturowego kwarcu pętla są ściślej upakowane. Kryształy niskotemperaturowego kwarcu mają symetrię trójkątną, a wysokotemperaturowego kwarcu są sześciokątne.

Trydymit jest wysokotemperaturową postacią krzemionki i składa się z dwóch zestawów sześciociekawych pętli. Ten układ sprawia, że ma on mniejszą gęstość niż kwarc. Jego kryształy są ortorombowe. Kryształy mają często kształt klina.

Cristobalit może doznawać wyższych ciśnień i ma większą gęstość niż trydymit. Kryształy mają symetrię czworokątną i często występują w postaci sześciątów.

Coesyt jest podstawową wysokotemperaturową fazą krzemionki. Jego postać krystaliczna ma większą gęstość a postać kryształów jest odpowiednio mniej symetryczna niż w przypadku innych polimorfów kwarcu.

Stiszowit powstaje przy najwyższych ciśnieniach. Jego struktura krystaliczna jest ściśnięta do najwyższej gęstości, gdy czworosciany krzemionki tworzą łańcuchy bez pętli. Coesyt i stiszowit znane są z kraterów meteorytowych, wybuchowych i ze skrajnie wysokociśnieniowych skał metamorficznych.

Następne typy są albo niezwykle drobnoziarniste, albo mają złożoną, nieregularną budowę wewnętrzną:

Chalcedon jest skrytokrystaliczną, włóknistą odmianą kwarcu lub cristobalitu, znajdowaną głównie w skałach osadowych i wulkanicznych lub w skrzemieniałych osadach mineralnych. Włókna mogą być piezoelektryczne, tzn. pod wpływem nacisku może wystąpić przepływ prądu elektrycznego. Istnieje kilka odmian chalcedonu: **agat** ma efektowne pasy, **jaspis**, **onyks** i **karneol** to inne odmiany występujące jako półszlachetne lub nawet szlachetne kamienie. Skamieniałe, bogate w krzemionkę osady na dnie oceanu składają się z **rogowca**, złożonego połączenia różnych polimorfów kwarcu. Ludzie epoki kamiennej wykorzystywali bryły rogowca w skałach osadowych jako źródło do wyrobu bardzo ostrych, krzemienianych noży.

Opal jest uwodnioną odmianą strukturalną trydymitu lub cristobalitu. Składa się z niezwykle małych kuleczek częściowo wykryształizowanej krzemionki, które mogą tworzyć optyczną kratkę załamującą światło. Wytwarza to odbłaski typowe dla opalu szlachetnego.

Szkliwo krzemionkowe może być wytwarzane w sposób naturalny, gdy skały bogate w kwarc zostają stopione przez ciepło intruzji lub uderzenia.



„Fanfare for Earth – The Origin of our Planet and Life”

Harry Y. McSween, Jr.
St. Martin Press, New York 1997.

Gdy czytałam ostatnią książkę Harry’ego McSweena „Fanfare for Earth”, NASA opublikowała nowe zdjęcia mgławic planetarnych z teleskopu kosmicznego Hubble’a. Obrazy te sprawiły, że zazwyczaj poważni i spokojni naukowcy stwierdzili, że te fantastycznie ukształtowane całuny świecącego gazu wokół umierających gwiazd wyglądają jak „rzeźby na niebie” Michała Anioła. W ostatnich latach naukowcy w zawrotnym tempie coraz lepiej poznają Wszechświat i sami przyznają, że nieustannie zdumiewa ich jego złożoność i piękno.

McSween ukazuje ten podziw, któremu towarzyszy solidne naukowe wytłumaczenie, w podróży badającej stworzenie Ziemi i życia na niej z pozaziemskiej materii odległego kosmosu. Książka „Fanfare for Earth” jest wnikliwą, klarowną i zabawną relacją, pisaną potocznym językiem, obejmującą zagadnienia od znaczenia gwiezdnego pyłu do mgławicowej akrecji planet, zderzeniowego pochodzenia Księżyca i wreszcie do chemicznej, geologicznej i biologicznej ewolucji naszej małej, błękitnej planety.

McSween jest dobrze przygotowany do ogarnięcia tak ogromnego obszaru historii (jakieś 15 miliardów lat), ponieważ jest cenionym naukowcem z University of Tennessee zajmującym się badaniami meteoroidów oraz geologią planetoid i planet, w szczególności Marsa.

Książkę „Fanfare for Earth” otwiera krótka historia poglądów na temat stworzenia włącznie z religijnymi mitami, oraz opowieść, jak astronomiczne obserwacje powoli budowały w ciągu wieków obraz heliocentrycznego Układu Słonecznego z planetami krążącymi po orbitach eliptycznych. Drugi rozdział jest niezwykle interesujący i aktualny. Obejmuje on wytwarzanie lżejszych pierwiastków w gwiazdach (nasze Słońce jako reaktor jądrowy), jak supernowe wytwarzają cięższe pierwiastki podczas implozji i eksplozji i jak gwiazdny pył jest zapisem informacji z bardzo starożytnych czasów, gdy nie było jeszcze Układu Słonecznego. Następnie McSween w przejrzysty sposób przedstawia mgławicową hipotezę powstania

Układu Słonecznego z ciekawą historią konkurencyjnych modeli jego powstania. Zimne obłoki molekularne, jak mgławica Orzeł, są chemicznymi tyglami, w których z pierwiastków wytwarzane są cząsteczki. Gdy te obłoki molekularne ulegają grawitacyjnemu kolapsowi, to pełnią rolę wielkich gniazd dla wykluwających się nowych gwiazd. McSween maluje obraz zapadającego się obłoku molekularnego i eksplodującej supernowej w naszym sąsiedztwie, jako źródła narodzin Układu Słonecznego.

Środkowa część książki obejmuje geologiczny i geochemiczny rozwój Ziemi i jej wielkiego satelity. Przez opisanie geofizycznych własności Ziemi i wykorzystanie meteoroidów w zastępstwie fragmentów głębokiego wnętrza Ziemi opisywane jest zjawisko dyferencjacji i pojawienia się metalicznego jądra. Sejsmografy, jak stetoskop lekarza, pozwalają odczytać wewnętrzne tętno naszej planety. McSween prowadzi nas bez wysiłku tropami trzęsień ziemi (mierząc pierwotne i wtórne fale sejsmiczne) poprzez wewnętrzne warstwy Ziemi. Następnie wyrzuca nas w kosmos, aby zbadać mineralogiczne i spektroskopowe aspekty pasa planetoid, którego wewnętrzna, środkowa i zewnętrzna część odzwierciedla zmiany ogrzewania z odległością od Słońca. Zdyferencjowane, magmowe planetoidy wewnętrznej części pasa (źródło achondrytów) ustępują miejsca zmetamorfizowanym, ale nie stopionym planetoidom środkowej części pasa (źródło chondrytów), które z kolei zostają zastąpione skalno-lodowymi planetoidami zewnętrznej części pasa (nie reprezentowanymi w zbiorach meteoroidów, może z wyjątkiem pyłu), które nigdy nie zostały ogrzane.

Ziemia zlepiła się w początkach historii Układu Słonecznego poprzez zderzenia planetozymali posiadających żelazne jądra i skalne skorupy, znajdujących się bliżej Słońca niż obecne planetoidy. W tym czasie, gdy rodzące się planety przybierały kształt kulistych, obracających się ciał, Układ Słoneczny rozpoczął samooczyszczanie się, aby usunąć zbędne kawałki materii przez bombardowanie planet (trwające

do około 3,8 miliarda lat temu). Jedna z brył oderwała kawałek Ziemi, który stał się Księżycem. Kolejny rozdział omawia wiek Ziemi i wykorzystanie izotopów do datowania. Inny poświęcony jest tektonice płyt i magnetyzmowi skał, które stanowią kontekst dla wieku kontynentów, na które w końcu wyszło z morza życie.

Końcowa część „Fanfare for Earth” poświęcona jest powstaniu oceanów, atmosfery i biosfery oraz planetarnej regulacji temperatury tych trzech obszarów, co pozwoliło na rozwój życia. McSween zabiera nas w odległą przeszłość i umieszcza na brzegu morza ery archaicznej, aby pomyśleć o atmosferze z dwutlenku węgla i najwcześniejszym szlamie z sinicami oraz zastanowić się nad zmianami ewolucyjnymi na Ziemi prowadzącymi do obecnego środowiska. Zagadnienia te warte są zastanowienia, a McSween sięga głęboko pytając „Co w istocie oznacza być żywym?” Nie obawia się spojrzenia zarówno z naukowej jak i filozoficznej perspektywy. Ponadto po lekturze tej książki widać wyraźnie, że przejście od prądawnej chemii do pierwotnego życia jest — jak dotąd nie rozwiązany — problemem fundamentalnym.

W epilogu McSween powraca do bardzo ludzkiego tematu tęsknoty za wiedzą, dlaczego tu jesteśmy i jak się tu dostaliśmy — jakie jest miejsce Ziemi we Wszechświecie? Istnienie życia i jego całej złożoności na tej „małej, błękitnej kuli” jest czymś, co jak uważa McSween, powinniśmy cenić (a nie degradować do jakiegoś mało znaczącego zakątka ogromnego Wszechświata). Na koniec ten przedstawiciel nauk ścisłych rozważa filozoficznie, że może „ludzie mogą stać się czymś więcej niż sumą ich chemii”. Być może to nieuchwytnie coś, co nas odróżnia, jest tym czymś, co skłania nas do nieustannego sięgania do gwiazd.

*Dr Kathleen A. Campbell,
Wydział Geologii,
University of Auckland*

Od redaktora: Omawiana książka ukaże się za kilka miesięcy w „czarnej serii” wydawnictwa *Pruszyński i S-ka*. 