

METEORYT

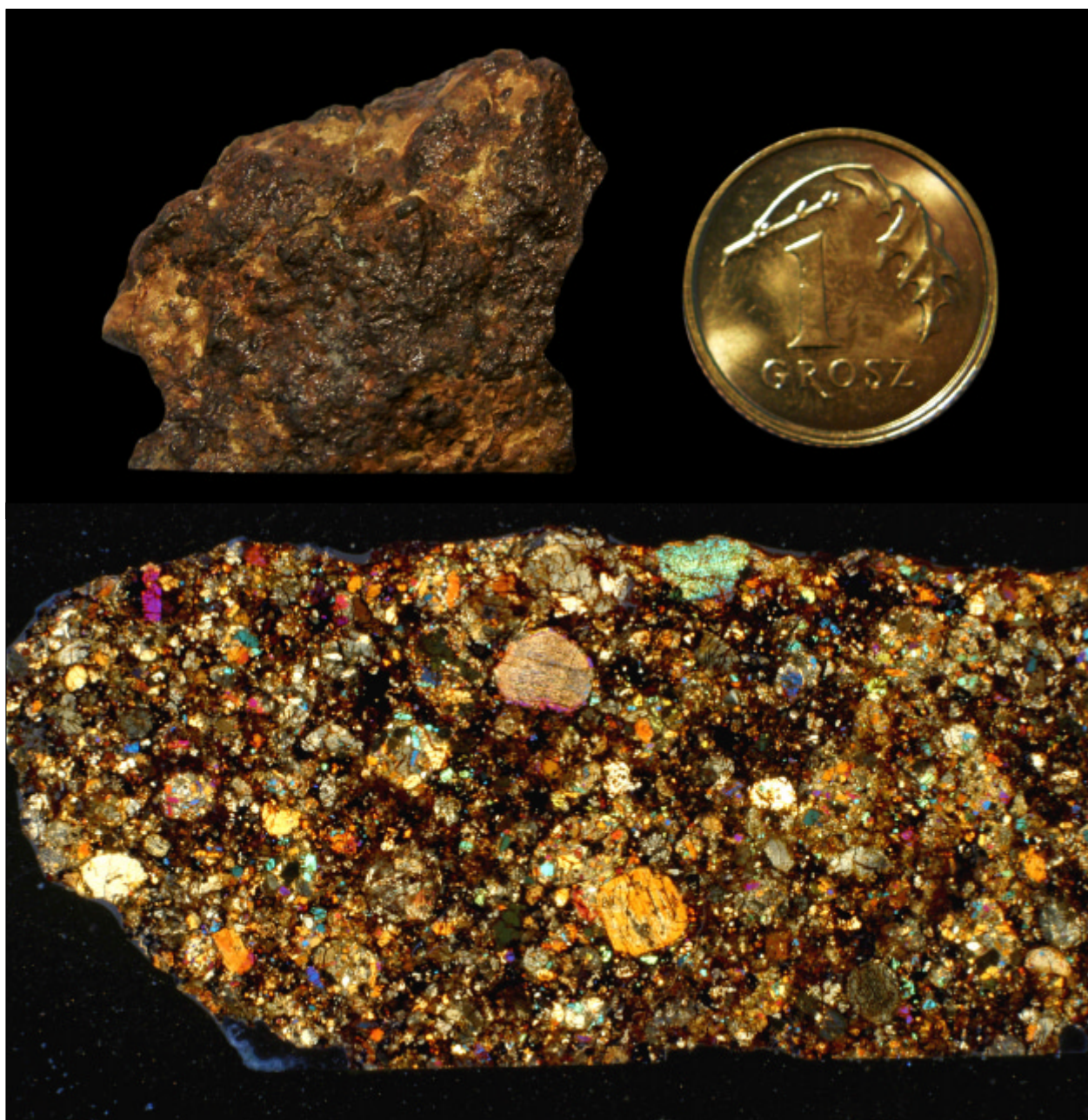
Nr 3 (67)

Wrzesień 2008

ISSN 1642-588X

W numerze:

- historia meteorytu Święcany
- czy angryty pochodzą z Merkurego?
- Glorieta Mountain
- trójwymiarowe chondry
- miejsce pochówku Chladniego
- bąble w tektytach Australii
- historia meteorytu Claxton



METEORYT

kwartalnik dla miłośników
meteorytów

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn
tel. (0-89) 533 4951
opioa@planetarium.olsztyn.pl

konto:

88 1540 1072 2001 5000 3724 0002
BOŚ SA O/Olsztyn

Kwartalnik jest dostępny głównie
w prenumeracie. Roczna prenu-
merata wynosi w 2008 roku 44 zł.
Zainteresowanych prosimy o wpła-
cenie tej kwoty na konto wydawcy
nie zapominając o podaniu czytel-
nego imienia, nazwiska i adresu do
wysyłki. Wydawca dysponuje także
numerami archiwalnymi.

Większość publikowanych arty-
kułów jest tłumaczona z kwartalnika
METEORITE za zgodą jego wy-
dawcy, który zachowuje prawa do
tych artykułów.

Redaguje i tłumaczy większość
tekstów:

Andrzej S. Piłski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. 0-604-178-072
aspmet@wp.pl

Skład: Jacek Drażkowski

Druk: Jan, Lidzbark Warmiński

Od redaktora:

Dzięki opóźnieniu tego numeru mogę odnotować epokowe wydarzenie: po raz pierwszy udało się zaobserwować meteoroid, bo jakoś trudno nazwać planetoidą kamień o wielkości trzech metrów, przed wtargnięciem w ziemską atmosferę. Niestety spadek nastąpił w dość odludnym miejscu i trudno stwierdzić, czy rzeczywiście coś spadło, czy też wszystko wyparowało w atmosferze.

Za pokonanie lenistwa i wyjazd do Kawęczynka na zaproszenie organizatorów XII OZMA zostałem nagrodzony w nieoczekiwany sposób. Na zakończenie opowieści o meteorytach z przeszłością wspominałem tam o oficjalnym sklasyfikowaniu meteorytu Święcany wymieniając także osobę znalazczyni. Wtedy wstał jeden z organizatorów i powiedział „To moja siostrzenica”. Poprosiłem więc, by opowiedział historię znalezienia tego meteorytu. Owocem tego spotkania jest artykuł w bieżącym numerze. Niestety nie doczekałem się na obiecane zdjęcia. Po przysłaniu artykułu autor zniknął i nie reaguje na próby nawiązania z nim kontaktu.

Dr O. Richard Norton prezentuje w numerze fragment swej znakomitej książki „Field Guide to Meteors and Meteorites”. Kilka egzemplarzy książki trafiło już do Polski i osoby, które miały okazję ją przeczytać, zgadzają się, że jest to znakomite wprowadzenie do tematyki meteorytowej. Książka jest tak bogato ilustrowana, że nawet osoby słabo znające angielski mogą wiele skorzystać. Niestety okazuje się, że nie tak łatwo ją zdobyć. Najtańszą ofertę przedstawia Amazon.com, ale zamawiając kolejne egzemplarze we wrześniu dowiedziałem się, że mogą zrealizować zamówienie najwcześniej pod koniec listopada, a może nawet dopiero w styczniu.

W I.M.C.A. odbyły się doroczne wybory, ponieważ co roku wymienia się 1/3 zarządu. Uważam to za bardzo dobry system. Tegoroczne wybory odnotowuję z dwóch powodów: Po pierwsze do zarządu kandydował Marcin Cimała, bez powodzenia, bo trafił na bardzo silną konkurencję i nie przykładał się do kampanii wyborczej. Zebrał jednak całkiem sporo głosów, mimo że trzech spośród siedmiu polskich członków zignorowało głosowanie. Pokazuje to, że Marcin jest znany i ceniony w meteorytowym środowisku, co miło stwierdzić. Po drugie do zarządu wszedł Larry Lebofsky, redaktor „Meteorite”, wobec czego przez najbliższy rok w zarządzie będą redaktorzy „Meteorite” i „Meteorytu”. Niestety za rok kończy mi się kadencja.

Andrzej S. Piłski



SPRZEDAM!
Sprzedam kolekcję meteorytów
Polskiego Serwisu Meteorytów.
Lista okazów pod adresem:
<http://jba1.republika.pl/spis.htm>
Informacje: jba1@poczta.onet.pl

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY OF METEORITES
AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space and Planetary Sciences,
University of Arkansas, 202 Old Museum Building,
Fayetteville, Arkansas 72701, USA

Email: metpub@uark.edu, <http://meteoritemag.uark.edu>

Meteorite is available only by subscription, for US\$35
per year. Overseas airmail delivery is available for an
additional US\$12 per year.



Widok „górnej strony” cudownie charakterystycznego, pokrytego reg-
magliptami, okazu meteorytu żelaznego Glorieta Mountain (~3,76 kg)
z pryzmatycznymi i palczastymi kształtami, świeżą skorupą i naciekami,
który znaleźli Dima Sadilenko i autor artykułu prezentowanego na s. 9.

Święcany — meteoryt z ciekawą historią

Marcin Mazur

Początki pasji

Moje zamięlowania do nieba i nauk z nim związanych, tj. astronomii, astronautyki itp., zaczęły się bardzo dawno. Gdy miałem 6 lat, rodzice kupili mi książkę z serii „Świat bez tajemnic”, pod tytułem „Słońce, gwiazdy i planety” i od tamtego czasu mniej lub bardziej, w zależności od wieku i obowiązków, pogłębiałem wiedzę na temat naszego nieboskłonu głównie przez czytanie książek czy oglądanie TV Edukacyjnej. Swoje hobby i zainteresowania zacząłem traktować poważnie w wieku 12 lat, gdy po raz pierwszy oglądałem na żywo zaćmienie Słońca. Od tamtej pory nie wyobrażałem sobie wakacji bez dobrej książki czy obserwacji nieba, chociażby przez lornetkę. Zainteresowanie meteorytami przyszło jako element logicznego rozwoju nieco później.

Zaczęło się ono od „Nieziemskich skarbów” pana Piłskiego; książka przeczytana raz, drugi, później ciągle powroty, by przeczytać ulubione rozdziały jeszcze raz i raz.

Następnie szaleństwo dosłownego łożenia wszędzie, gdzie się da i przynoszenia do domu kilogramów kamieni, złomu i odpadów z huty. Tak wyglądały dwa lata, kalendarzowe (2001—2002), jak również w sensie pór roku, jako że latem, podczas wakacji, miałem czas na zbieranie rzeczy dziwnych po okolicznych polach i lasach. Przez ten czas swoje co ciekawsze znaleziska konsultowałem z pracownikami jasielskiej firmy „Poszukiwania Nafty i Gazu”, którzy z wykształcenia byli geologami, i ku mojemu zaskoczeniu, na temat meteorytów miałem wówczas większą wiedzę niż oni. Pomoc ich sprowadzała się do pomocy w ustaleniach, skąd mógł pochodzić dany żwir wykorzystany do utwardzania tej czy tamtej drogi, oraz w którym roku został wysypany.

Rok 2003, to rok, gdy coraz pewniej czułem się w świecie kamieni, na tyle pewnie, że zbiory, które przynosiłem z okolicznych pól, stopniały z dziesiątek kilogramów do kilku, ale wciąż kilku, co do których nie miałem pewności. Następnej selekcji dokonali pra-

cownicy Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, którzy to na worku kamieni, który przyniosłem, nie zostawili suchej nitki. Po dokładnej selekcji ostał się jeden okaz, co do którego nie mieli pewności, czy to odpad z huty czy szkliwo wulkaniczne.

Pierwsze zakupy i dalsze poszukiwania

W tym czasie nabyłem też pierwsze okazy meteorytów do swoich zbiorów. Pamiętam, był to Gibeon i Sikhote Alin. Oszalałymi regmagliptów nie miały, ale sama radość trzymania w dłoni i posiadania na własność meteorytu rekompensowała wszystko. W tym okresie już na dobre połknąłem meteorytowego bakcyła, gdy zdałem sobie sprawę, jaką moc posiada Internet poza gramami sieciowymi — dokonałem pierwszych zakupów meteorytów kamiennych na aukcji Ebay: był to Kunashak, Oum Rokba, Gao-Guenie, El Hammami, Vaca Muerta. Głównie zwracałem uwagę, by miały ładnie zachowaną skorupę obtopieniową dla dalszych porównań ze znalezionymi okazami. W tym samym czasie moją pasją zainteresowała się moja nauczycielka geografii, pani Mastej, i nauczycielka fizyki pani Kantor, którym za doping należą się podziękowania. Na jednej z lekcji urządziliśmy nawet pogadankę. Od tego czasu zacząłem się dzielić wiedzą na temat meteorytów ze znajomymi, a przede wszystkim z rodziną — bo ta zawsze najbliżej. Jako że zainteresowanie rodziców czy starszego rodzeństwa było umiarkowane, szukałem towarzyszy do wspólnych poszukiwań wśród kolegów i młodszych członków rodziny, zatem siostrzenic i siostrzeńca. Wchodzili w wiek, kiedy łatwo można zarazić swoją pasją: 9—12 lat. Tak jak kiedyś rozmawialiśmy o życiu na innych planetach, gwiazdach, wszechświecie, tak wtedy rozmawialiśmy o nietypowych kamieniach z nieba, nietypowych, bo cięższych, przyciągających magnes, z zewnątrz też wyglądających nieco inaczej niż polne kamienie.

Poszukiwań ciąg dalszy

Zabieraliśmy skromne zbiory w te-

ren, by niepotrzebnie nie wracać z każdym okazem do domu, tylko by porównywać je od razu na miejscu. Korzystając z tego, iż byłem bezrobotny, całe wakacje spędziliśmy na szukaniu kosmitów — tak nazywaliśmy kamienie z nieba. W trakcie wakacji 2004, zaraz po zdaniu matury, próbowałem lokalizować kosmitów w całej Polsce, przeglądałem fora i aukcje internetowe w poszukiwaniu wzmianek na temat dziwnych znalezisk. Tak trafiłem do Opola, gdzie miałem okazję, jak się później okazało, dotyczyć największej bryły żużlu, z jaką miałem do czynienia, (ok. 15 kg wagi), do Wrocławia, gdzie przyglądałem się nieco lżejszym żużlom, według znalazcy znalezionych w lesie, i do Józefowa pod Warszawą, gdzie znalazca pochwalił się dość nietypowo wyglądającą rudą wolframu.

Jak miało się okazać, wakacje 2004 roku były bardzo szczęśliwe, jak również okazało się, że nauka nie poszła w las. Trudno dokładnie ustalić datę i dzień, w jakim znaleziony został meteoryt Święcany. Ustaliliśmy wspólnie, że był to początek września, jako że było to tuż przed moim wyjazdem do Hiszpanii.

Udało się

Mniej więcej rok wcześniej (lato 2003) została przywieziona przyczepa żwiru do utwardzenia lokalnej drogi. Cała trójka dzieci: Katarzyna, Małgorzata i Mateusz Depczyński zabrała się do przekopywania, rozgrabiania i przeczesywania tego żwiru w nadziei, że trafią na coś niezwykłego. Niestety trudy podjęcia nauki na studiach i przygotowania do wyjazdu zarobkowego do Hiszpanii, wykluczyły mnie z tych poszukiwań. Los okazał się dla nich szczęśliwy, jako że po kilku dniach poszukiwań udało im się znaleźć kilka interesujących okazów. Były wśród nich granity, kilka kawałków nietypowo wyglądającego złomu, który pewnie musiał tam leżeć już wcześniej, i jeden kamień lżejszy od złomu, ale cięższy od innych kamieni tej samej wielkości, rdzawego koloru, który na dodatek przyciągał magnes. To wzbudziło ich ciekawość, zatem przeczesali

za pomocą magnesów pozostały rozsypany żwir, po czym najzwyczajniej udali się z powrotem do domu. Nie śpieszyło im się specjalnie z poinformowaniem mnie o tym, gdyż swoje znalezione okazy przywieźli przy najbliższej okazji, kiedy spotkaliśmy się w gronie rodziny. Upłynęło ok. 2 tygodni zanim kamienie trafiły do moich rąk.

Analiza

Wstępnie przesegregowałem okazy i uznałem, że tylko ten jeden godny jest uwagi. Ale i tak wtedy nie przywiązywałem doń szczególnej wagi, traktując okaz jako jeden z kamieni do przebadania. Okaz, wraz z innymi kamieniami do wstępnego przebadania, trafił w ręce Łukasza Bandura, studenta geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, którego poznałem przy okazji giełdy minerałów na Rakowicach w Krakowie. Ponieważ pisał wtedy pracę magisterską na temat meteorytów, miał wiedzę i sprzęt, by bliżej przyjrzeć się znaleziom. Przeciął okaz, wykonał szlif i zrobił zdjęcia, które później posłużyły do dalszych badań. Po wstępnej analizie był przekonany że okaz, który mu doręczyłem, to meteoryt, zatem by postawić kropkę nad i, trzeba było doręczyć szlif i zdjęcia specjalście w zakresie badań meteorytów, który jednoznacznie określi typ i skład meteorytu. W ten sposób próbki trafiły do pana

profesora Łukasza Karwowskiego, który zajął się klasyfikacją meteorytu.

Dodam tylko, że dowiedziałem się, iż okaz na pewno jest meteoritem, na kilka dni przed świętami Bożego Narodzenia 2005 roku; zatem spotkała mnie bardzo miła niespodzianka na gwiazdkę. Pozostało już tylko uściślić dokładne miejsce, czas i okoliczności znalezienia meteorytu. W tym celu udałem się do Starostwa Powiatowego, by zdobyć mapkę geologiczną tamtego terenu i nanieść dokładne współrzędne znalezienia. Okoliczności znalezienia ustaliłem podczas wywiadu z siostrzenicą Katarzyną Depczyńską, jak również z jej rodzeństwem: Mateuszem i Małgorzatą Depczyńskimi. Ustaliliśmy również wspólnie, iż żwir do utwardzania drogi pochodził ze żwirowni w Skołyszynie. By wyeliminować wszelkie podejrzenia, iż okaz może być jednym z saharyjskich meteorytów, który jakimś cudem przywędrował w tamto miejsce bądź to z mojej czy innej kolekcji, został on porównany z meteorytami saharyjskimi. Badania te stwierdziły, że nie posiada on cech meteorytów saharyjskich.

Rejestracja

Prof. Karwowski dokładnie zbadał meteoryt i sklasyfikował go jako chondryt zwyczajny L/LL5, silnie zwietrzały, o słabo zachowanej skorupie. Stopień zszokowania raczej niewielki, S2.

Pod koniec lutego 2008 r. wyniki badań zostały przesłane do Meteoritical Bulletin i w połowie kwietnia nadeszła wiadomość, że meteoryt został zarejestrowany pod nazwą Święcany jako 20 polski meteoryt.

Wiosną 2006 roku raz jeszcze udałem się do Święcan, by zaraz po roztopach przeszukać dokładnie miejsce znalezienia. Niestety więcej okazów nie udało się znaleźć. Poszukiwaniami meteorytów na terenie żwirowni w Skołyszynie zajął się pan Kazimierz Kwaśny z Brzysk, ale jemu również do tej pory szczęście nie dopisało.

Epilog

Historia ta zachęca do dzielenia się wiedzą na temat meteorytów ze wszystkimi wokoło, rodziną, znajomymi, przyjaciółmi, do poszerzania wiedzy na ich temat we wszelakich kręgach, z nadzieją że komuś wiedza ta przyda się w najmniej spodziewanej sytuacji, na pikniku, podczas orki pól, czy wreszcie podczas przeszukiwania przydrożnych żwirowych nasypów. Ten przykład, czy przykład pana Jachymka pokazuje, że jeśli przeciętny Kowalski będzie potrafił wstępnie odróżnić zwyczajny ziemski kamień od mniej zwyczajnego kosmicznego kamienia, to polskich meteorytów będzie nie 20, a 120 i więcej.



Meteoryt Święcany L/LL5. znalezisko.

Współrzędne: 49°47' 29" N; 21°15' 28" E

Historia:

Znalazca: 12 letnia dziewczynka Katarzyna Depczyńska

Data: wrzesień 2004.

Miejsce znalezienia: wieś Święcany, wśród żwiru na drodze, około 100 m od domu nr 73

Gmina Skołyszyn, Pow. Jasło, woj. Podkarpackie, Polska. Z zewnątrz pokryty rdzą z ziarnami piasku i drobinami łupku. Lokalnie zachowane fragmenty skorupy obtopieniowej.

Pochodzenie żwiru: żwirownia w Skołyszynie, żwir rozsypany latem 2003 r.

Znalezisko przekazano panu Marcinowi Mazurowi z Jasła, który jesienią 2004 lub wiosną 2005 przekazał je do badań studentowi geologii UJ panu Łukaszowi Bandurowi. Szlif wykonany w czerwcu 2005. Stwierdzenie, że jest to jakiś chondryt.

Przekazany do dokładnych badań 15 grudnia 2005 prof. Łukaszowi Karwowskiemu.

Masa początkowa około 8 gramów

Obecna masa fragmentu – 6,62 g + szlif cienki polerowany

Skład mineralny meteorytu:

chondry piroksenowe, oliwinowe (kilka chondr dobrze zachowanych), pirokseny, oliwiny, plagioklasy, chromit, troilit, taenit i wodorotlenki żelaza, nie stwierdzono obecności kamacytu.

Skład oliwinów: mo: 0,04 – 0,11; fo: 73,18 – 73,97; fa: 25,53 – 26,42; li: 0,01 – 0,08; te: 0,44 – 0,58.

Pirokseny: hipersteny i diopsydy. Główny hipersten sensu meteorytowego:

Wo: 1,58 – 1,88; en: 75,64 – 76,30; Fs: 22,05 – 22,78.

Diopsydy: wo: 46,50 – 46,55; en: 46,46 – 46,51; fs: 6,99 – 7,00.

Skaleń – oliogoklaz o składzie: ab: 81,68 – 84,22; or: 4,41 – 6,27; an: 10,45 – 13,90; cs: 0,00 – 0,04.

Troilit z domieszką niklu rzędu 0,05% i domieszką chromu rzędu 0,06% wag.

Faza metaliczna praktycznie cała przeszła w wodorotlenki żelaza o zawartości niklu do 5,92% wag.

Zachowane ziarna taenitu o składzie: Ni – 12,99 – 13,31% wag. Co – 0,59 – 0,64% wag.

Drobne wrostki taenitu w obrębie krzemianów i chondr mają skład: Ni – 13,00% wag. Co – 0,59% wag.

Stosunek fs/fa wskazuje na pole chondrytów L

Chondryt zwyczajny typu L/LL5

stopień zwietrzenia W3, zszokowanie S2.

Klasyfikacja: Łukasz Karwowski. Szlif i okaz jest w Muzeum Wydziału Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, 41-200 Sosnowiec, ul. Będzińska 60. Zdjęcia szlif i okazu na okładce.

Czy angryty pochodzą z Merkurego?

Melinda Hutson

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 14 No. 2. Copyright © 2008 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Ostatnio zaproponowano, że angryty utworzyły się na Merkurym (1, 2, 3, 4.). To przypuszczenie opiera się na interpretacji struktur zaobserwowanych w dwóch angrytach (NWA 2999 i NWA 4950). Odmienny punkt widzenia, że angryty, jak większość innych meteorytów, pochodzą z jakiejś planetoidy, opiera się na innej interpretacji tych struktur, oraz na składzie chemicznym i wieku formowania się angrytów (5, 6).

Gdy Larry Lebofsky, redaktor kwartalnika *Meteorite*, poprosił mnie o napisanie tego artykułu, wyrażałam pewne wątpliwości, ponieważ wciąż „badania trwają”, ale w końcu dałam się nakłonić do napisania go.

Oryginalny abstrakt na temat NWA 2999 (1) wymienia osiem argumentów za pochodzeniem angrytów z Merkurego. Kolejny abstrakt (2) koncentruje się na argumentach strukturalnych, który wydaje się najsilniej świadczyć za planetarnym pochodzeniem. Zanim rozważę ten argument strukturalny, chciałabym przedyskutować siedem innych argumentów podanych w oryginalnym abstrakcie.

Trzy z tych argumentów są neutralne nie dostarczając dowodu ani za ani przeciw Merkuremu jako ciału macierzystemu angrytów. **ARGUMENT:** „proporcje izotopów tlenu są bliskie i równoległe do ziemskiej linii frakcjonowania (jak w przypadku kamieni z Ziemi, Księżyca, Marsa i Westy)” (1). To wskazuje po prostu, że angryty mają proporcje izotopów tlenu podobne do innych magmowych meteorytów, takich jak HED, aubryty, winonaity, lodranity, brachinity, mezosyderyty i różne grupy meteorytów żelaznych (zob. fig. 1). Uważa się, że oznacza to, iż cała materia, która uformowała się w wewnętrznej części Układu Słonecznego (wewnątrz orbity Jowisza) ma podobne proporcje izotopów tlenu (7).

ARGUMENT: „Każdy okaz angrytu ma odmienną strukturę i wyjątkowy wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne” (1); oraz **ARGUMENT:** „duża rozpiętość wieku ekspozycji na promieniowanie kosmiczne (55 do

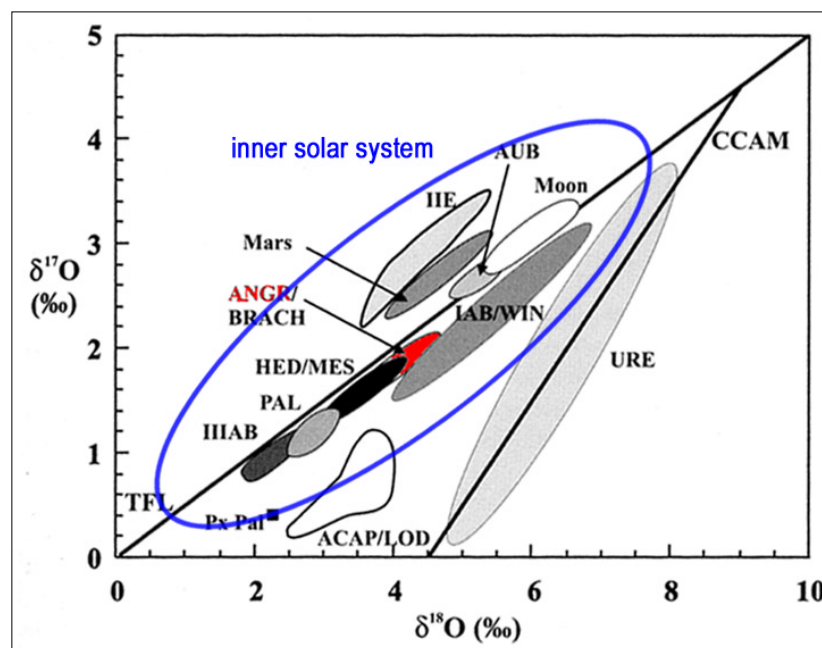
< 6,1 mln lat) sugeruje, że ciało macierzyste angrytów jest dostatecznie duże, by było uderzane wielokrotnie i może wciąż jeszcze istnieć” (1). Jednak wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne angrytów nie wyróżnia się niczym na tle meteorytów kamiennych. Chondryty R (~1 do 52 mln lat), chondryty zwyczajne (0,5 do 90 mln lat) i chondryty enstatytowe (1 do 80 mln lat) mają wszystkie podobny zakres wartości wieku ekspozycji na promieniowanie kosmiczne (9), a wyraźnie pochodzą ze stosunkowo małych planetoid. Tak więc wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne nie dowodzi pochodzenia z ciała o rozmiarach planety.

Cztery z ośmiu argumentów podanych w oryginalnym abstrakcie o NWA 2999 w rzeczywistości są argumentami przeciw Merkuremu jako ciału macierzystemu angrytów. **ARGUMENT:** „bardzo stary wiek formowania (> 4,555 mld lat) wskazuje na bardzo szybką segregację jądra i stygnięcie po akrecji ciała macierzystego angrytów (zgodne z kontrakcją?)” (1). Jednak bardzo stary wiek formowania jest dowodem przeciw pochodzeniu z dużego ciała macierzystego. Jak wskazywał McSween (10), co pokazano na

fig. 2, większe obiekty planetarne pozostają aktywne geologicznie przez dłuższy czas. W rezultacie próbki z Marsa i Księżyca demonstrują szeroki zakres wieku krystalizacji i tylko ALH84001 i kilka próbek z Apolla ma wiek > 4,3 mld lat (11). W rzeczywistości angryty należą do najstarszej datowanej materii, z czego wynika, że ich ciało macierzyste było dość małe (np., [12, 13]).

ARGUMENT: „dynamiczne obliczenia przewidują, że ~1% materii wyrzuconej z Merkurego może dotrzeć do Ziemi” (1). Jednak to, że materia może dotrzeć z Merkurego do Ziemi, nie oznacza, że ta materia musi być angrytowa. Równie prawdopodobnych jest parę innych typów meteorytów. Ponadto mamy w zbiorach znacznie więcej angrytów niż można by oczekiwać na podstawie dynamicznych obliczeń dla materii wyrzuconej z Merkurego (14).

ARGUMENT: „ograniczone efekty szokowe mogą oznaczać, że niektóre angryty, włącznie z NWA 2999, były wyrzucone wskutek odłupywania; inne mogą być stopami pozoderzeniowymi (czy pęcherzyki w niektórych oziębionych okazach mogły zawierać pary wytworzone podczas zderzenia?)” (1). Jednak ograniczone efekty szokowe są



Fot. 1. Adaptowana z (8).

dowodem na mniejsze ciało macierzyste, a nie większe (np. [15]). Aby być wyrzuconą z planety, materia musi zostać przyspieszona do prędkości przewyższającej prędkość ucieczki. Dynamiczne modele sugerują, że aby dotrzeć do Ziemi, materia wyrzucona z Merkurego musiałaby zostać przyspieszona bardziej niż materia wyrzucona z Marsa (12). Tak więc jakikolwiek merkurijski meteoroid powinien doznać zmian szokowych co najmniej tak silnych jak w meteoroidach marsjańskich, w przeciwieństwie do angrytów. Trudno więc wyjaśnić, że niektóre angryty są stopami pozderzeniowymi z silnymi zmianami szokowymi, a w innych efekty szokowe są minimalne. Bardziej prawdopodobne byłoby continuum efektów szokowych. Nie jest także prawdopodobne, aby wszystkie angryty były stopami pozderzeniowymi, ponieważ nie jest to zgodne z plutonicznymi strukturami niektórych z tych meteoroidów.

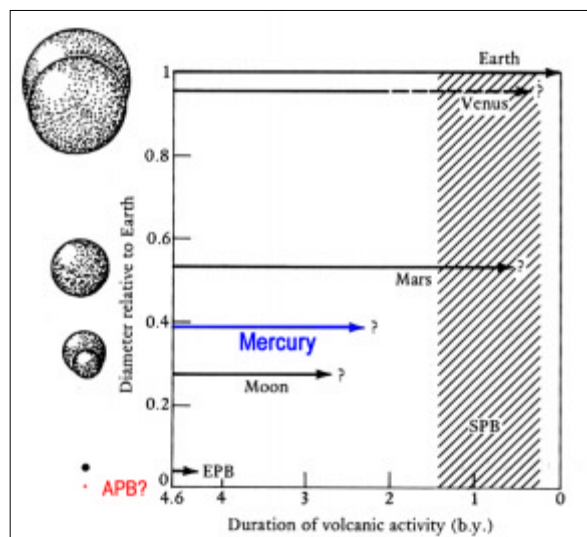
ARGUMENT: „faktyczny brak Na wskazuje na bardzo wysokotemperaturową planetę (blisko Słońca?)” (1). Ten argument opiera się na modelu kondensacji w stanie równowagi (fig. 3), który sugeruje, że Merkury utworzył się tylko z tych stałych składników mgławicy słonecznej, które były stabilne w wysokich temperaturach oczekiwanych niedaleko Słońca, a więc nie zawiera znaczących ilości minerałów zawiera-

jących lotne pierwiastki, włącznie ze skaleniami sodowymi, siarczkami i tlenkami żelaza. Chociaż liczni autorzy (np. [16]) stwierdzali, że angryty są wzbogacone w Ca i Ti, a plagioklaz jest czystym anortytem, to jest także prawdą, że angryty zawierają dużo FeO (oliwin w NWA 2999 jest ~Fa40), co nie zgadza się z modelem kondensacji w stanie równowagi, ponieważ utlenianie żelaza następuje w niższej temperaturze niż kondensacja minerałów zawierających sód. Poza tym angryty nie mają mniej składników lotnych niż kamienie z Księżyca czy eukryty; zubożone są tylko w alkalia (np. [16] i [18]).

Ważne jest stwierdzenie, że skład chemiczny angrytów nie pasuje do tego, co wiemy o składzie chemicznym Merkurego. Obserwacje spektroskopowe w bliskiej podczerwieni i w mikrofalach sugerują, że powierzchnia Merkurego ma $\leq 4\%$ FeO + TiO_2 wagowo (np. [19], [20], [21]), z najlepszym oszacowaniem ~1,2% FeO wagowo (22), co nie zgadza się z wysoką całkowitą zawartością FeO w angrytach.

Dodatkowo obserwacje spektroskopowe w średniej podczerwieni sugerują, że skalenie na Merkurym, to plagioklaz sodowy, prawdopodobnie labradoryt (np. [23], [24]), co nie zgadza się z ubogim w sód anortytem typowym dla angrytów.

Zwolennicy modelu „angryty są z Merkurego” przyznają, że wysoka zawartość FeO w angrytach nie pasuje do niewielkiej zawartości FeO na powierzchni Merkurego wynikającej z danych widmo-



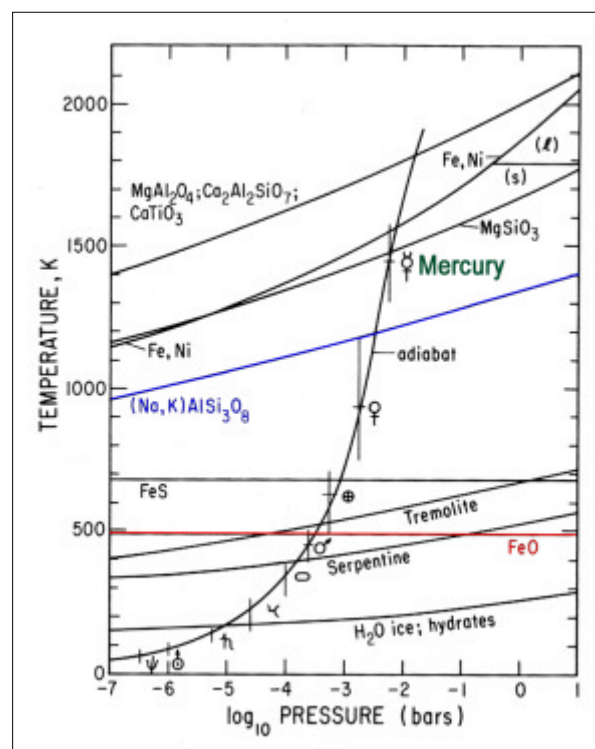
Fot. 2. Adaptowana z (10).

wych, ale sugerują, że angryty mogą „pochodzić z dawnego, zderzeniowego odarcia najbardziej zewnętrznej litosfery [Merkurego] (być może bardziej żelazistej)” (3). Umyka ich uwadze fakt, że to nie jest jedyny składnik (FeO) w angrytach, który nie pasuje do Merkurego.

Dodatkowo proponowany model Merkurego jako ciała macierzystego angrytów wymaga nieprawdopodobnej zmiany w planetarnej $f\text{O}_2$ (fugatywności tlenu) podczas wieloetapowej dyferencjacji. Aby wytworzyć bazaltowe angryty z wysoką zawartością FeO (które wyraźnie są produktem topnienia), Merkury musiałby najpierw ulegać dyferencjacji w warunkach utleniających. Potem, aby wytworzyć obecnie obserwowaną skorupę i duże metalowe jądro, Merkury musiałby podlegać dodatkowej dyferencjacji w warunkach redukujących. Nie ma żadnego możliwego do przyjęcia mechanizmu wielokoskalowej zmiany stanu utlenienia planety w środku procesu dyferencjacji.

Połączenie dużego, metalicznego jądra i małej zawartości FeO na powierzchni Merkurego w porównaniu z innymi ziemskimi planetami doprowadziło do przypuszczenia, że Merkury utworzył się ze zredukowanej materii (podobnej do chondrytów enstatytowych) i że istniał gradient w stanie utlenienia w wewnętrznej części Układu Słonecznego — zob. fig. 4 (25).

Uważa się, że podobny gradient tlenu żelaza występuje w pasie planetoid. Chondryty węgliste, w których całe żelazo jest utlenione, mają także największą zawartość minerałów wy-



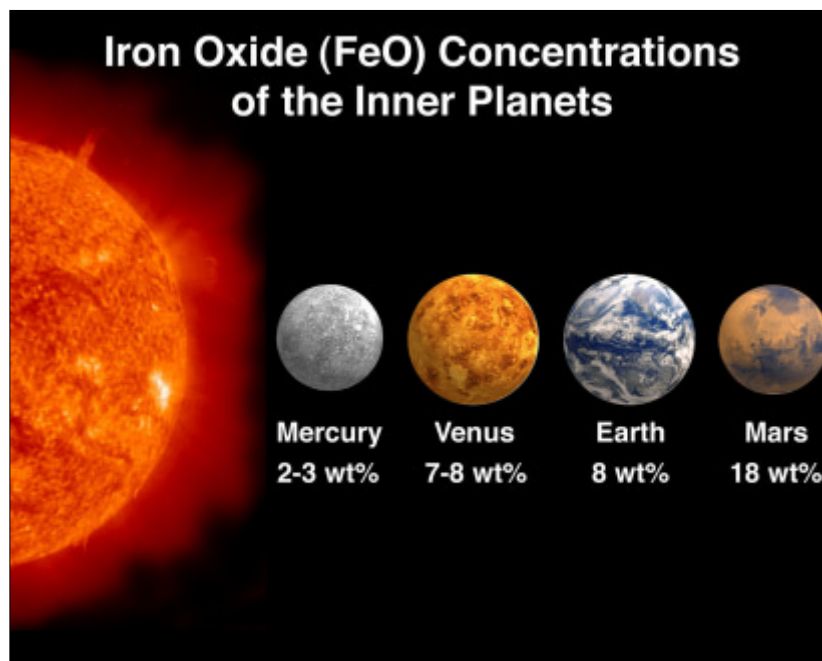
Fot. 3. Z (17).

sokotemperaturowych (zawierają CAI) i uważa się, że pochodzą one z zewnętrznej części pasa planetoid (np. [7]). Silnie zredukowane chondryty enstatytowe, z najniższą zawartością minerałów wysokotemperaturowych, pochodzą, jak się sądzi, z wewnętrznej części pasa. Angryty są wzbogacone w wysokotemperaturowe pierwiastki Ca i Ti i są silnie utlenione, co sugeruje, że ich ciało macierzyste powstało w wyniku dyferencjacji planetoidy podobnej do chondrytów węglistych w zewnętrznej części pasa planetoid.

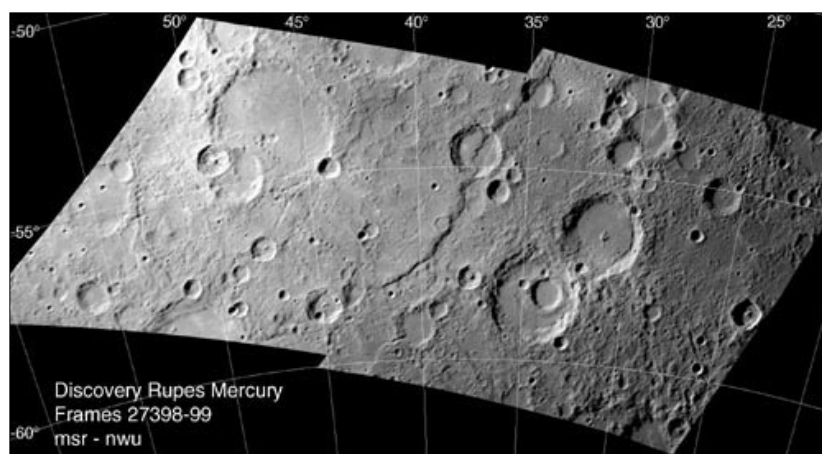
Na koniec argument strukturalny. **ARGUMENT:** „zachowane w NWA 2999 struktury koronowe wymagają ciała macierzystego zdolnego do tektonicznego wydzwignięcia materii litosfery w skali kilometrowej (przez uskoki zrzutowe?)” (1). W rzeczywistości są dwa odrębne składniki tego argumentu. Pierwszy, to interpretacja, że obecność struktur koronowych i symplektytowych oraz 120° potrójnych złączeń między ziarnami w angrycie NWA 2999 wskazują, że ten meteoryt formował się na dużej głębokości w ciele macierzystym wielkości planety, niekoniecznie na Merkurym. Drugi, to założenie, że uskoki zrzutowe na Merkurym są potrzebne, by wynieść tę materię szybko na powierzchnię. To ostatnie założenie jest jedynym argumentem wskazującym konkretnie na Merkurego (a nie na inną planetę czy planetoidę) jako ciało macierzyste angrytów.

Nasza interpretacja struktur w NWA 2999 jest odmienna od interpretacji zwolenników Merkurego jako ciała macierzystego angrytów. Wskazujemy, że 120° potrójne złączenia nie wymagają dużego ciała macierzystego, ponieważ obserwuje się je w wielu achondrytach, jak brachinita, acapulcoity, lodranity, ureilita i winonaity (np. [8], [16]), ani nie wymagają one traktowania meteorytów jako obiektów metamorficznych, a nie magmowe.

Nasz wniosek jest taki, że obserwowane powiązania między minerałami w NWA 2999 nie są zgodne z proponowaną reakcją metamorficzną, która przewiduje, że anortyt będzie otoczony przez symplektytowe zrosty spinelu i piroksenu, i że spinel i piroksen będą otoczone przez obwódkę reakcyjną anortytu i oliwinu. Są liczne przykłady, że tak nie jest. Znajdujemy duże ziarna anortytu otoczone przez piroksen, ale nie symplektytowy zrost spi-



Fot. 4. Z (25).



Fot. 5. Wyróżniającą się skarpe (szereg urwisk wytworzony przez uskoki), biegnącą przez środek zdjęcia, nazwano Discovery Rupes. Uważa się, że ten utwór został uformowany przez kurczenie się planet, gdy stygła ona z upływem czasu. Tekst i zdjęcie z http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/display.cfm?IM_ID=784. Autor zdjęcia: Mark Robinson, Northwestern University.

nelu i piroksenu. Także, chociaż są liczne przykłady nieciągłych koron anortytu otaczających ziarna spinelu, nie ma dowodu, że ten anortyt utworzył się w wyniku reakcji forsterytu i spinelu; w istocie oliwin występuje często w bezpośrednim kontakcie ze spinelem. Natomiast okazuje się, że zarodki anortytu pojawiały się przede wszystkim na spinelu.

Niskociśnieniowa krystalizacja ze stopu podobnego do angrytu może wyjaśnić struktury takie jak „korona” i „symplekty” obserwowane w NWA 2999 (5). Pierwsze minerały, jakie krystalizowałyby w utleniających warunkach przyjmowanych dla angrytów, to byłyby oliwin i spinel. W miarę zmniejszania się temperatury zaczynałby kosztować spinel krystalizować anortyt powodując powstawanie „ko-

ron”. W niższych temperaturach anortyt staje się niestabilny i wspólnie krystalizują spinel i piroksen tworząc w końcowej fazie drobnoziarniste przerosty podobne do „symplektytowego” opisanego przez Kuehnera i in. (2). Tak więc nie jest potrzebny obiekt wielkości planety, by wyjaśnić obserwowane w NWA 2999 i innych angrytach struktury i powiązania między minerałami.

Na koniec, niezależnie od tego, jak kto interpretuje struktury NWA 2999, nie ma żadnego powodu by preferować Merkurego jako ciało macierzyste angrytów, a nie jakiegokolwiek inny obiekt. Model Kuehnera i in. (2) wymaga szybkiego wydzwignięcia w skali kilometrowej i proponuje uskoki zrzutowe na Merkurym jako mechanizm tego szybkiego wydzwignięcia.

Jednak ten mechanizm nie będzie działał tak, jak się proponuje.

Uważa się, że płatowe urwiska (Rupes) na Merkurym są uskokami zrzutowymi powstałymi w wyniku globalnej kontrakcji z powodu krzepnięcia jądra (26). Model uskoków zrzutowych wzdłuż Discovery Rupes stwierdza, że uskoki zrzutowe na Merkurym obejmują ~2 km przemieszczenia i powstały na głębokości 35–40 km (26). To badanie także stwierdza, że te urwiska powstały po okresie wielkiego bombardowania na Merkurym i formowania się równin między kraterami ($\leq \sim 4,0$ mld lat temu).

Metamorficzna reakcja proponowana przez Kuehnera i in. (2) dla uformowania się struktur w NWA 2999 wymaga, aby ten meteoryt został szybko wydźwignięty o około 50 km. Jednak całkowite przemieszczenie w płatowych urwiskach na Merkurym było tylko około 2 km (26). Nic położonego głębiej niż 2 km nie mogło być wyniesione na powierzchnię przez te uskoki.

Znacznie większym problemem jest wiek angrytów w porównaniu z wiekiem płatowych urwisk. Wszystkie angryty, dla których znamy wiek krystalizacji, uformowały się na początku Układu Słonecznego (4,54–4,56 mld lat temu) (8). Płatowe urwiska na Merkurym utworzyły się znacznie później ($\leq \sim 4,0$ mld lat temu) (26). Jedyną możliwość by angrytowa materia mogła być przenoszona w merkuriańskich uskokach zrzutowych, to gdyby angrytowa materia jakoś przetrwała w izolowanych kieszeniach na Merkurym przez około pół miliarda lat bez wymieszania się z młodszą materią ubogą w FeO przez okres, w którym Merkury doznał ciężkiego bombardowania.

Tak więc, gdy już wszystko powiedziano i zrobiono, pytamy się „czy angryty pochodzą z Merkurego?” Nasz wniosek: Nie!

E-mail: mhutson@pdx.edu

Bibliografia:

- (1) Irving A. J., Kuehner S. M., Rumble D., Bunch T. E., Wittke J. H., Hupe G. M., and Hupe A. C. 2005. Unique angrite NWA 2999: The case for samples from Mercury. *Eos Trans. AGU*, 86 (52), Fall Meet. Suppl. Abstract P51A-0898.
- (2) Kuehner S. M., Irving A. J., Bunch T. E., Wittke J. H., Hupe G. M., and Hupe A. C. 2006. Coronas and symplectites in plutonic angrite NWA 2999 and implications for Mercury as the angrite parent body. *Lunar and Planetary Science XXXVII*, abstract #1344.
- (3) Irving A. J., Kuehner S. M., Rumble D., and Hupe G. M. 2006. A fresh plutonic igneous angrite containing grain boundary glass from Tamassint. *Eos Trans. AGU*, 87, Fall Meet. Suppl. Abstract P51E-1245.
- (4) Kuehner S. M. and Irving A. J. 2007. Grain boundary glasses in plutonic angrite NWA 4590: Evidence for rapid decompressive partial melting and cooling on Mercury? *Lunar and Planetary Science XXXVIII*, abstract #1522.
- (5) Ruzicka A. and Hutson M. 2006. NWA 2999 and other angrites: No compelling evidence for a Mercurian origin. *Meteoritics & Planetary Science* 41, Abstract #5080.
- (6) Hutson, M. L. and Ruzicka A. 2007. The case against Mercury as the angrite parent body. *Meteoritics & Planetary Science* 42, Abstract #5238.
- (7) Wasson J. T. 1985. *Meteorites: Their Record of Early Solar-System History*. New York: W.H. Freeman and Co.
- (8) Hutchison R. 2004. *Meteorites: A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (9) Herzog G. F. 2005. Cosmic-ray exposure ages of meteorites. In A.M. David (ed), *Meteorites, Comets, and Planets*. Amsterdam: Elsevier Publishing.
- (10) McSween H. Y. 1987. *Meteorites and their Parent Planets*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (11) Wilhelms D. E. 1987. *The Geologic History of the Moon*. USGS Professional Paper 1348.
- (12) Love S. G. and Keil K. 1995. Recognizing mercurian meteorites. *Meteoritics* 30:269–278.
- (13) Mittlefehldt D. W., Killgore M., and Lee M. T. 2002. Petrology and geochemistry of D'Orbigny, geochemistry of Sahara 99555, and the origin of angrites. *Meteoritics & Planetary Science* 37:345–369.
- (14) Gladman B. J., Burns J. A., Duncan M., Lee P. and Levison H. F. 1996. The exchange of impact ejecta between terrestrial planets. *Science* 271:1387–1392.
- (15) Bogard D. D. 1995. Impact ages of meteorites: A synthesis. *Meteoritics* 30:244–268.
- (16) Mittlefehldt D. W., McCoy T. J., Goodrich C. A., and Kracher A. 1998. Non-chondritic meteorites from asteroidal bodies. In J.J. Papike (ed), *Planetary Materials*, Mineralogical Society of America.
- (17) Lewis J. S. and Prinn R. G. 1984. *Planets and Their Asteroids: Origin and Evolution*. London: Academic Press.
- (18) Warren P. H. and Kallemeyn G. W. 1995. Angrites: A volatile-rich variety of asteroidal basalt (except for alkalis and gallium!). *Meteoritics* 20:593.
- (19) Jeanloz R., Mitchell D. L., Sprague A. L., and de Pater I. 1995. Evidence for a basalt-free surface on Mercury and implications for internal heat. *Science* 268:1455–1467.
- (20) Blewett D. T., Lucey P. G., Hawke B. R. and Robinson M. S. 1997. A comparison of mercurian reflectance and spectral quantities with those of the moon. *Icarus* 129:217–231.
- (21) Warell J. 2003. Properties of the hermean regolith: III. Disk-resolved vis-NIR reflectance spectra and implications for the abundance of iron. *Icarus* 161:199–222.
- (22) Warell J. and Blewett D. T. 2004. Properties of the hermean regolith: V. New optical reflectance spectra, comparison with lunar anorthosites, and mineralogical modeling. *Icarus* 168:257–276.
- (23) Sprague A. L., Kozłowski R. W. H., Witteborn F. C., Cruikshank D. P. and Wooden D. H. 1994. Mercury: Evidence for anorthosite and basalt from mid-infrared (7.3–13.5 μ m) spectroscopy. *Icarus* 109:156–167.
- (24) Sprague A. L. and Roush T. L. 1998. Comparison of laboratory emission spectra with Mercury telescopic data. *Icarus* 133:174–183.
- (25) Taylor D.J. New data, new ideas, and lively debate about Mercury. http://solarsystem.nasa.gov/scitech/display.cfm?ST_ID=425 — Taylor mercury article
- (26) Watters T. R., Schultz R. A., Robinson M. S. and Cook A. C. 2002. The mechanical and thermal structure of Mercury's early lithosphere. *Geophysical Research Letters* 29:37-1–37-4.



Melinda Hutson jest profesorem w Portland State University i kustoszem kolekcji Cascadia Meteorite Laboratory.



15:10 do Yumy

Doug Dawn

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 14 No. 2. Copyright © 2008 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

„Kraży taka legenda i chodzą słuchy, że gdy jedziesz pociągiem 15:10 do Yumy, widzisz jak duchy wyjętych spod prawa cwałują obok (cwałują obok)...po niebie (po niebie).” (Ballada z westernu „15:10 do Yumy” z 1957 r.)

Meteoryt Glorieta Mountain, marzenie wielu kolekcjonerów, należy do najbardziej znanych ze wszystkich amerykańskich meteorytów. Jest to chyba ten klasyczny amerykański meteoryt żelazny z burzliwego okresu podboju dzikiego zachodu. Znajduje się on tylko kilka mil na południowy wschód od historycznego Santa Fe w Nowym Meksyku, w okolicy zamieszkiwanej przez amerykańskich Indian od około tysiąca lat. Europejczycy pojawili się w tych okolicach przed rokiem 1600. Choć znajduje się na wysokości 7000 stóp (2134 m), Santa Fe jest drugim najstarszym miastem w USA, po St. Augustine na Florydzie. Z wyjątkiem około dziesięcioletniej przerwy w czasie wojny było nieustannie zamieszkałe. Tętniąca życiem cywilizacja Indian po 600 latach świetności ustąpiła miejsca Europejczykom. Glorieta to oaza i górską przełęcz z cenioną starożytną studnią Indian, obiektem pożądania konkwistadorów.

Hiszpańscy zdobywcy i władcy wyznaczyli malownicze pueblo Santa Fe na siedzibę gubernatora tego rozległego pogranicza w 1610 r. I do dziś nie oddało ono nikomu tytułu najwyższej położonej stolicy stanu USA. Do roku 1848 Objawione Przeznaczenie ekspandujących Stanów Zjednoczonych doprowadziło do zbyt gorliwej inwazji na meksykańską ziemię. Rozstrzygająca bitwa odbyła się na poświęconej ziemi małego obszaru rozrzutu Glorieta Mountain w miejscu zwanym Cañoncito, a zwycięzcy poszli na agresywną machinę wojenną i na podwaliny większości wielkiego Amerykańskiego Zachodu. Meksykanie wycofali się do Chihuahua akurat wtedy, gdy ten sam napór doprowadził do wycofania się rosyjskiego caratu z wy-

brzeży Pacyfiku w Ameryce Północnej.

Przełęcz Glorieta na północnym krańcu płaskowyżu Glorieta, na której znajduje się obszar rozrzutu, była jedynym przejściem umożliwiającym dostęp do Santa Fe ze wschodu. Od naj-

dawniejszych czasów biegnące na zachód szlaki Indian przebiegały przez Cañoncito do Kanionu Apaczów po drugiej stronie przełęczy. Podobnie legendarni ludzie Dzikiego Zachodu, tacy jak Kit Carson, prowadzili żołnierzy i osadników tym wąskim gardłem sta-



Fot. 1. Potrójna tęcza pojawiła się nad obszarem rozrzutu, gdy Dima z dumą trzymał „Galon”, ważący około 3,76 kg charakterystyczny okaz Glorieta Mountain z widoczną szarą skorupą, pryzmatyczną budową, obwódka zawiniętego metalu i palczastymi wypustkami w strukturze występującej tylko w tym miejscu.



Fot. 2. Obszar rozrzutu Glorieta pokryty dwiema stopami śniegu 14 lutego 2007 r. Temperatury na zewnątrz namiotu były -10°C nocami i sięgały aż do 0°C podczas niektórych ładnych dni. Mycie się było trudne, bo woda zamarzała przy kontakcie z włosami w lodowatym wietrze pod koniec dnia.

rego Zachodu, szlakiem Santa Fe, który miał swój końcowy przystanek na przełęczy Glorieta. Obszar rozrzutu tego meteorytu był raz po raz przemierzany przez nieświadomych niczego dawnych zdobywców Dzikiego Zachodu.

Santa Fe i ważna ze względów strategicznych przełęcz Glorieta umożliwiającą dostęp doń z południowego wschodu, nie pozostały długo w rękach Jankesów. Niewiele ponad dziesięć lat po pokonaniu Meksykanów załopotana nad stolicą tego terytorium flaga Konfederatów, a oddziały Amerykańskiej Unii Abrahama Lincolna zostały wysłane w 1862 roku przeciw głównym siłom Konfederacji, w większości Teksańczykom, także tym szlakiem. Obie walczące strony były nieświadome, że ich nieuchronne starcie miało miejsce w pociętych wąwozami i urwiskami górzystych terenach obszaru rozrzutu. Ten krytyczny kawałek ziemi, gdzie znajdowane są najbardziej ekscytujące amerykańskie meteoryty żelazne, ma według Vagna Buchwalda około 4 km długości i 1 km szerokości.

Sprawy w czasie wojny Północy z Południem [Amerykańskiej Wojny Domowej] komplikował fakt, że trudno dostępny teren Gloriety obejmuje jedno z najstarszych odsłoneń osadów w Nowym Meksyku, datowane co najmniej na wczesny Perm około 300 milionów lat temu. Żołnierze walczący o kontrolę nad Cañoncito mogli równie łatwo przygotowywać ataki z zasko-



Fot. 3. Samotny bałwan, strategicznie umieszczony, stał się oczekiwanym znakiem przy powrocie do obozu o zmierzchu przez mylący labirynt wąwozów podczas meteorytowej wyprawy rozpoznawczej do Gloriety zimą, w połowie lutego.

czenia jak odpierać je z powodu trudności, jakie napotykali wspinając się na śliskie wierzchołki i strome zbocza z twardego, liczącego 260 milionów lat piaszczowca Glorieta, typowego dla skał osadowych Nowego Meksyku z wysoką zawartością kwarcu i o bladej, żółtej barwie, które dominują na położonym wyżej płaskowyżu Glorieta. Poprzedzający innymi tlenkami zabarwionymi na czerwono, purpurowo i pomarańczowo oraz szarymi piaszczowcami permskimi, zlepieńcami, glinami, mułowcami i łupkami piaszczowca Glorieta jest często przykryty cienką

warstwą wegetacyjną, która tworzy doskonałą masę do przechowywania meteorytów żelaznych. Te wietrzejące, ale o gładkich stromych zboczach góry stanowiły wyzwanie do pokonania i z czasem wyznaczyły przebieg zmieniającej się granicy.

We wrześniu 1885 r. amerykański mineralog i ekspert od kamieni szlachetnych u Tiffany'ego, George Frederick Kunz, który wprowadził karatometryczny jako międzynarodową jednostkę wagi drogocennych kamieni, opublikował informację o tajemniczym meteorycie żelaznym z Gloriety. Wspominał on, że dwaj poszukiwacze skarbów, Anglik i Meksykanin, odkryli pierwsze bryły żelaza meteoryticznego w Cañoncito w 1884 r. Znaleźiska były częściowo przykryte cienką warstwą ziemi pokrywającą skalisty teren. Obaj znalazcy sądzili, że są to cenne metale, ale okaz Meksykanina pozyskał widocznie pewien koncern wydobywający srebro w Albuquerque, podczas gdy trzy większe okazy znalezione przez Anglika były pierwszymi badanymi przez Kunza, z pomocą kolegi, który znalazł jeszcze trzy okazy następnego roku.

Jednak to okaz Meksykanina może być pierwszym okazem zidentyfikowanym jako meteoryt, zarówno nieformalnie jak i przez publikację L.G. Eakinsa z USGS w *Proceedings of the Colorado Scientific Society*, 1 czerwca 1885 r., wyprzedzając publikację Kunza. Kunz stwierdził, że publikacja Eakinsa dotyczyła 2,5 kg okazu meteorytu, który



Fot. 4. Spłaszczona „tylna strona” „Galonu” z mniej widocznymi regmagliptami i kompletną obwódką zawiniętego metalu po całym obwodzie okazu.



Fot. 5. Zbliżenie części spłaszczonej „tylnej strony” „Galonu” z widoczną świeżą, szpiżowo-szarą skorupą i kompletną wargą zawiniętego metalu.

kompania górnicza podarowała Colorado Scientific Society w Denver w październiku 1884 r., którego skład chemiczny pasował do innych znanych mu okazów Glorieta Mountain.

Kunz był także zapalonym meteorytykiem, który zauważył osobliwe, aerodynamiczne kształty znalezisk z tego miejsca, które odważnie tłumaczył jako wynik rozszczepienia jednej dużej bryły podczas spadania. Dodatkowo zakładał on, że spadek nastąpił najprawdopodobniej tylko kilkadziesiąt lat przed znalezieniem pierwszych okazów. Warto jednak zwrócić uwagę, że z powodu bliskości Santa Fe, jest wysoce nieprawdopodobne, że taki spadek mógł się wydarzyć w niedawnych czasach bez zwrócenia większej uwagi. Z pewnością zostałby on odnotowany w bogatej historii administracyjnej i wojskowej stolicy regionu, gdyby wydarzył się kiedykolwiek po roku 1600. Żadne ówczesne źródła nie wspominają o żadnych podobnych relacjach świadków.

Jeden fragment Glorieta Mountain znaleziono w glinianej misie w starym pueblo Pojoaque, około 50 km na północny zachód od obszaru rozrzutu. Na stronie Davida Weira „Meteorite Studies” jest wzmianka, że pierwszy poszukiwacz meteorytów Glorieta, Steve Schoner, sugerował, że inny, mniejszy fragment Glorieta Mountain odnaleziono w woreczku z lekami z okresu około roku 1250 podczas wykopalisk archeologicznych w niedalekim, starym pueblo plemienia Navajo, Nambé. Według innych źródeł pueblo Nambé za-

łożono w czternastym wieku, ale wciąż daje to nadzieję na obiecującą możliwość, że był to spadek obserwowany przez Indian.

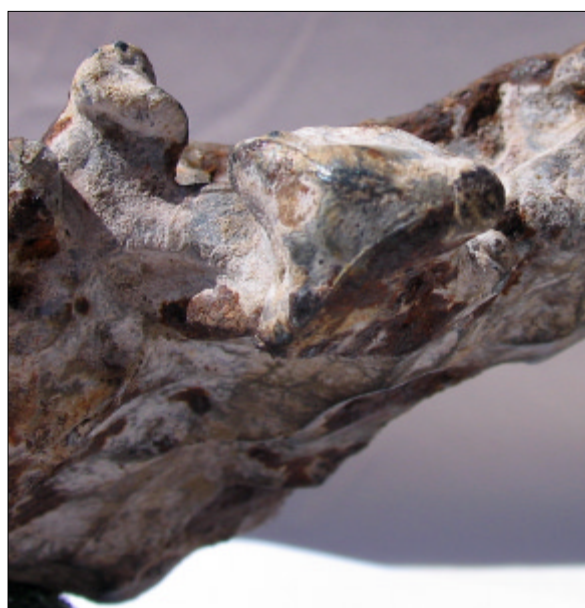
Tak jak z nierozstrzygniętą bitwą w Glorieta, Kunz zauważył niejednoznaczną naturę meteorytu Glorieta: w zasadzie jest to syderyt, ale czasem w okazach widać jubilerskiej jakości kryształy oliwinu (pallasytowe).

Jakkolwiek pomysłowa, interpretacja przez Kunza morfologii i czasu tego nie zarejestrowanego spadku była błędna. W późniejszych latach autorzy tacy jak Brezina z Wiednia teoretyzowali, że bolid Glorieta był częścią znacznie większego spadku, a niektórzy nawet porównywali Glorieta z deszczem meteorytów Sikhote-Alin. Niemal unikalna morfologia okazów Glorieta Mountain jest warta dokładnego zbadania. W skrajnych przypadkach występują kształty takie jak „sopel lodu”, „kolec”, „palec”, „maczuga”, „makro-drzazga” i „miecz” wraz z niemal charakterystycznymi dla tego meteorytu regmagliptami i osobliwymi oznakami orientowania.

W takich okolicznościach rozpoczął

się nasz udział w poszukiwaniach w terenie. Po kilkukrotnych próbach rozpoczęcia poszukiwań w Glorieta z pewnym dobrym przyjacielem i po dyskusjach z zawsze chętnym do działania Geoffem Notkinem, spotkałem się ze znakomitym arizońskim poszukiwaczem meteorytów Jimem Krieghem. Miałem nadzieję, że Jim przyłączy się do mojej rekonesansowej wyprawy na obszar rozrzutu Glorieta. Kilkakrotnie omawialiśmy wspólne poszukiwania przy różnych okazach, ale nigdy nie udało nam się spotkać w terenie. Tym razem Jim, jak zwykle zachęcający do działania, z żalem odrzucił moje zaproszenie. Stwierdził, że pokonywanie górzystego terenu pokrytego obecnie dwiema stopami śniegu byłoby zbyt trudne. Chętnie jednak służył swym doświadczeniem, gdy analizowaliśmy mapy topograficzne i zastanawialiśmy się nad kształtem obszaru rozrzutu z charakterystyczną dla niego dokładnością.

Obszar rozrzutu Glorieta Mountain obejmuje ziemie federalne, tereny dróg, ziemie stanowe i spory obszar własności prywatnej. Poszukiwacze powinni zdecydować przed rozpoczęciem poszukiwań, gdzie będą pracować, tak aby można było postarać się w razie potrzeby o odpowiednie zezwolenia. Jim ułatwił nam dostęp mając już znajomych wśród mieszkańców tego terenu. Spędziłem na miejscu około tygodnia sprawdzając sytuację i działanie wykrywacza metalu w śniegu głębokim po kolana. Byłbym dłużej, ale na dowód



Fot. 6. Zbliżenie ciekawej struktury w kształcie serca na „Galonie”: mini-palec z wargą zawiniętego metalu i koncentrycznymi, włosowatymi naciekami.

trudności dostępu do tego miejsca o tej porze roku rozleciały się podeszwy moich nowych butów.

Wreszcie we wrześniu 2007 mój rosyjski partner do poszukiwań meteorytów, Dima Sadilenko, znalazł trochę wolnego czasu na poszukiwania. Spadek meteorytu w Carancas, w Peru, w przededniu meksykańskiego święta niepodległości, szybko stał się głównym tematem w meteorytowym środowisku. Dima był zainteresowany i obaj wybraliśmy mniej uczęszczaną drogę na szlaku Santa Fe.

W wyniku nieoczekiwanego zbiegu okoliczności spotkaliśmy się z Dimą na szlaku o 15:10 przybywając w końcu do Santa Fe po całonocnej jeździe jeden z północy a drugi z południa. Nie tracąc czasu skierowaliśmy się ku przełęczy Glorieta.

Jak przewidywaliśmy, był to tydzień wyczerpujących poszukiwań urozmaicanych deszczem i świeżym aromatem wilgotnej, iglastej roślinności. Majestatyczne zbocza, kaniony i wąwozy Gloriety były niebezpiecznymi strefami, gdzie nieostrożny krok mógł się skończyć nieplanowanym wypadkiem. Cienka warstwa gleby była dokładnie taka, jak opisywano w literaturze, a wszystko wydawało się tak doskonale, jak było trudne. Pociąg do Santa Fe, wzdłuż starego szlaku i legendarnej szosy 66, także przejeżdżał niedaleko przez przełęcz Glorieta. Smętny gwizd pociągu często przerywał ciszę tego obszaru.

Zmagając się z deszczem i błotnistymi zboczami znaleźliśmy pokaźny okaz dzień przed zakończeniem poszukiwań. Był niemal dokładnie tam, gdzie krzyżyk na naszej mapie oznaczał przypuszczalne miejsce występowania meteorytów. Nasze znalezisko było ukryte na małej skalnej półce nad kanionem, która nie była osiągalna bez ostrożnego balansowania na drzewie z pomocą ręki nie trzymającej wykrywacza.

Zaraz po powrocie do obozowiska Dima z dumą trzymał okaz wysoko w górze, a ja nie mogłem przestać podziwiać jego pokręconej, pokrytej regmagliptami powierzchni, pokrytej przynajmniej w 25% świeżą, autentyczną, spizowo-szarą skorupą. Okaz miał kręgosłup i wargę zawiniętego metalu otaczającą całą spłaszczoną stronę tego charakterystycznego okazu w kształcie ręki. Dima wciąż trzymał nasz cenny okaz wysoko nad głową, na tle skłębiionych chmur i bładniebieskiego nieba,



Fot. 7. Widok z boku pokazujący, jak płaski jest „Galon”. Średnia grubość to tylko 2 cm (maksymalne wymiary: 24 cm × 14 cm × 4 cm). Na zdjęciu widać i płaski spód i pokryty regmagliptami kręgosłup na trójkątnej wierzchołkowej stronie.

w siąpiącym deszczu. Nagle pojawiła się nad obszarem rozrzutu jaskrawa, potrójna tęcza okrążając nas w momencie świętowania. Po tej chwili odnowionego zjednoczenia się z kosmosem, czasem i magią Gloriety, obaj znów wyruszyliśmy ku horyzontowi o cynobrowym teraz odcieniu szukać kolejnego skarbu w ciemności i deszczu.

W przeciwieństwie do wielu bardziej porzuciwanych przedstawicieli tego spadku znajdowanych w miejscach, gdzie zbiera się wilgoć, ten okaz był pięknie zachowany. Była to typowa dla Gloriety pryzmatyczna bryła z regmagliptami pokrywającymi kanciasty kształt, co odróżniało okazy Glorieta Mountain w najlepszych muzealnych zbiorach świata. Przechwaliśmy ten piękny okaz galonem, ponieważ oceniliśmy jego wagę na około 3,76 kg, mniej więcej tyle, ile ważył galon cennej wody pitnej, który każdy z nas niósł na plecach.

Glorieta Mountain kontynuuje swą bezlitosną tradycję w duchu Dzikiego Zachodu. Musieliśmy drogę zapłacić za skąpą ilość wody do mycia od oportunistycznego miejscowego przedsiębiorcy, ponieważ pozornie obfite źródło ze starego wodopoju Gloriety i cała otaczająca warstwa wodonośna jest naturalnie skażona promieniotwórczym uranem i radem w niebezpiecznym stopniu. Kilkanaście kilometrów dalej ranczerzy walczą z koncernami górniczymi o utrzymanie praw górniczych na ich rozległych, pięknych szlakach.

Niewątpliwie historyczna rzeka Galisteo i sąsiadujące z nią ranczo jest częścią dumnej i burzliwej historii Glorie-

ta Mountain tak samo jak ten wspaniały meteoryt z zachodniej Ameryki Północnej.

E-mail: Mexicodoug@aol.com

Bibliografia:

- Buchwald, V. F. 1975. *Handbook of Iron Meteorites: Their History, Distribution, Composition, and Structure*. 2:597. California: Univ. Of California Press.
- Eakins, L. G. 1885. Meteoric Iron from New Mexico. *Proc. of the Colorado Sci. Soc.* 2:14.
- Kunz, G. F. 1885. Three Masses of Meteoric Iron from Glorieta Mountain. *Amer. J. of Sci.* 30:235.
- Kunz, G. F. 1885. The Meteorites from Glorieta Mountain. *Ann. of the N.Y. Acad. of Sci.* 3:329.
- Weir, D. <http://www.meteoritestudies.com> Glorieta Mountain, accessed February, 2008.



Doug Dawn jest miłośnikiem astronomii i chemikiem fizycznym, który znajduje ukojenie wysoko w nocnym niebie albo wędrując po cudownej pustyni. Jego Tato pierwszy wystawił go na dynamikę niebios i wykształcił jego zamiłowanie do meteorów, komet, odkryć i wszystkiego, co pozaziemskie.

[Signature]

Książka „Field Guide to Meteors and Meteorites”

O. Richard Norton

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 14 No. 2. Copyright © 2008 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Jak pisałem w poprzednim numerze, mój współautor i bardzo dobry przyjaciel Lawrence A. Chitwood zmarł nagle 4 stycznia 2008 r. podczas wycieczki na swój ulubiony stożek wulkaniczny. Właśnie skończyliśmy naszą nową książkę *A Field Guide to Meteors and Meteorites*. Ukaze się ona wkrótce, prawdopodobnie zanim ten artykuł pojawi się w *Meteorite*.

Larry był ekspertem od używania mikroskopu petrograficznego. W naszej nowej książce umieściliśmy rozdział na temat mikroskopu zatytułowany „Badanie meteorytów w płytkach cienkich, identyfikowanie elementów składowych meteorytów”. Prezentujemy w nim zdjęcia i opisy minerałów i szklawa, tekstur, utworów szokowych, wietrzeń, materii matriks, CAI i chondr, które można zobaczyć w płytkach cienkich. Zaplanowaliśmy podzielenie się z wami niektórymi zdjęciami i fragmentami tekstu z tej książki w *Meteorite*, a Larry Lebofsky uprzejmie się na to zgodził.

Część opisów i towarzyszących im ilustracji prezentujemy poniżej za zgodą wydawnictwa Springer Verlag.

Tekstury — ich charakterystyka i znaczenie

Tekstury to charakterystyczne cechy składników obiektu lub grupy obiektów, takie jak zarys, postać i ich rozmieszczenie (uporządkowanie), widoczne w płytkach cienkich. Mogą one dostarczyć nam istotnych informacji o pochodzeniu i historii ziemskich skał i skał z kosmosu. Znaczenie niektórych tekstur jest wciąż przedmiotem dyskusji. Następujące wybrane tekstury pokrótce opisano i omówiono ich znaczenie.

Klastyczna — Odnosi się do skał składających się z pokruszonych fragmentów czyli *klastów* starszych skał. Meteoryty kamienne mogą zawierać znaczną część ostrokrawędzistych okruchów (klastów) takich jak pokruszone fragmenty chondr, kryształów i skał (fot. 1). *Brekcja* jest zwięzłą skałą klastyczną utworzoną całkowicie

z ostrokrawędzistych fragmentów minerałów i skał różnej wielkości włączone z cząstkami matrix o wielkości pyłu. Gdy klasty i matrix zbrekowanego meteorytu są tym samym rodzajem skały, jest to *brekcja monomiktyczna*. Gdy klasty, budujące brekcję, różnią się składem mineralnym i teksturami wówczas jest to *brekcja polimiktyczna*. W płytce cienkiej, przy małym powiększeniu, można klasty badać szczegółowo pod względem ich podobieństwa (monomiktyczne) i różnic (polimiktyczne).

Łupliwość — Jest to efekt pęknięcia minerału wzdłuż jego płaszczyzn (tzw. płaszczyzny łupliwości) krystalograficznych spowodowany słabymi wiązaniami atomowymi w strukturze kryształu. W płytce cienkiej te spękania widoczne są jako jeden lub więcej zestawów równoległych linii. Ich obecność ułatwia identyfikację minerałów. W odróżnieniu od piroksenów, np. oliwin nie ma wyraźnej łupliwości.

Skrytokrystaliczna — Kryształy są zbyt małe, by identyfikować za pomocą mikroskopu petrograficznego. Przykładami tej tekstury są skrytokrystaliczne chondry i matrix chondrytów.

Ściany kryształów — Określenia: euhedralny, subhedralny i anhedralny opisują stopień, w jakim kryształy mają dobrze wykształcone ściany. Kryształy euhedralne mają postacie ograniczone dobrze uformowanymi ścianami (fot. 2). Anhedralne mają przypadkowe formy ścian kryształów. Subhedralne kryształy mają częściowo uformowane ściany. W płytce cienkiej kryształ jest dobrze ukształtowany, jeśli jego zarys jest symetryczny i wyznaczony prostoliniowymi odcinkami.

Kumulat — Agregat stykających się ze sobą, średnich i dużych, subhedralnych i euhedralnych ziaren minerałów i fragmentów innych minerałów utworzony przez ich nagromadzenie na dnie komory magmowej. Kumulaty są spotykane na Ziemi i w meteorytach, które formowały się w dużych ciałach macierzystych zdolnych wytworzyć komory magmowe.

Dendrytyczna — Odnosi się do minerału, który krystalizował tworząc rozgałęzione figury (dendryty) przypominające pierzaste rozgałęzienia kryształów lodu rosnących na szybach okiennych. Dendrytowe kryształy często rosną szybko w szybko stygnącej cieczy tak jak belkowy oliwin w chondrach.

Równowymiarowa czyli equant — Odnosi się do kryształów mających tę samą, lub prawie tę samą średnicę we wszystkich kierunkach.

Równoziańska (także ziarna) — Odnosi się do skały z ziarnami minerałów o mniej więcej jednakowej wielkości.

Glomerokrystaliczna — Agregat kryształów tego samego minerału, które tworzą skupienia wyraźnie różniące się od pozostałych składników skały.

Glomeroporfirowa — Odnosi się do agregatów (skupień) fenokryształów występujących w skale magmowej.

Granoblastyczna — Odnosi się do metamorficznej tekstury równowymiarowych kryształów utworzonej przez rekrytalizację w stanie stałym. Niektóre zdyferencjonowane meteoryty mają równowymiarowe ziarna minerałów skupione jeden przy drugim. Te ziarna tworzą wielokąty, a ich boki wydają się rozchodzić promieniście na zewnątrz z potrójnych połączeń ziaren pod kątem około 120°. Jest to diagnostyczne dla meteorytu, który pochodzi ze strefy w ciele macierzystym, która była silnie przeobrażona termicznie, ale nie została stopiona.

Ofitowa — Tekstura magmowa charakteryzująca się obecnością dużych ziaren piroksenu w których tkwią małe, bezładnie rozmieszczone listewki plagioklastu. Kryształy plagioklastu w skałach magmowych są zwykle długie i cienkie, przypominające paski drewna zwane listewkami. Ta tekstura jest odmianą tekstury poikilitowej.

Fenokryształ — Wyróżniający się większy kryształ wśród mniejszych kryształów w skale magmowej, który jest widoczny gołym okiem. Ten więk-

szy kryształ utworzył się wcześniej, podczas okresu wolniejszego stygnięcia.

Poikilitowa — Magmowa tekstura charakteryzująca się małymi ziarnami jednego minerału nieregularnie rozszanymi w większym kryształe innego minerału. Ta tekstura sugeruje, że małe kryształy rosły najpierw, albo może oznaczać, że oba krystalizowały jedno-

cześnie, ale większy rósł szybciej (fot. 3).

Porowata — Mająca liczne widoczne lub mikroskopowe wolne przestrzenie czyli pory.

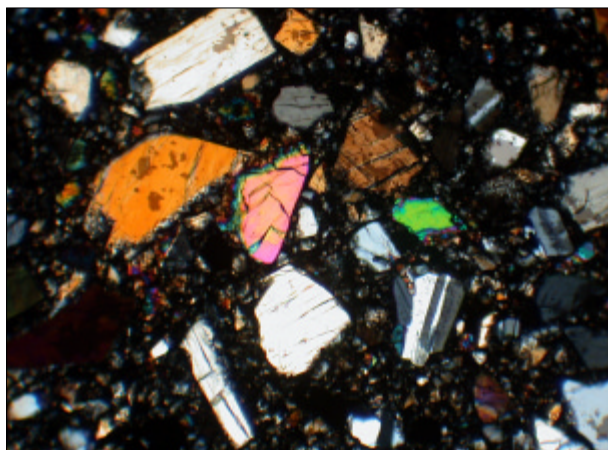
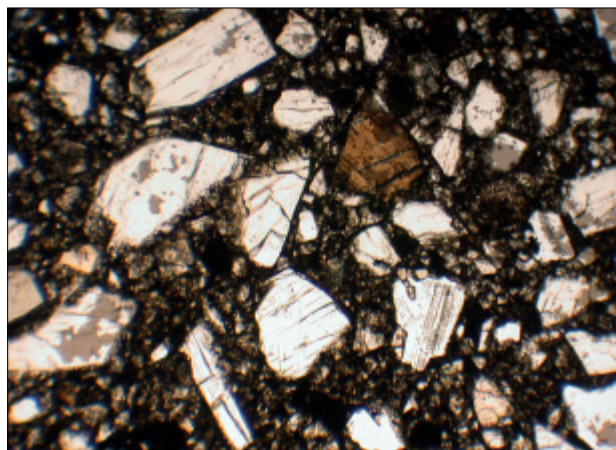
Porfirowa — Odnosi się do skały magmowej, w której większe kryształy (fenokryształy) tkwią w drobnoziarnistej masie skalnej.

Zbliźniaczenie — Przerost lub zrost

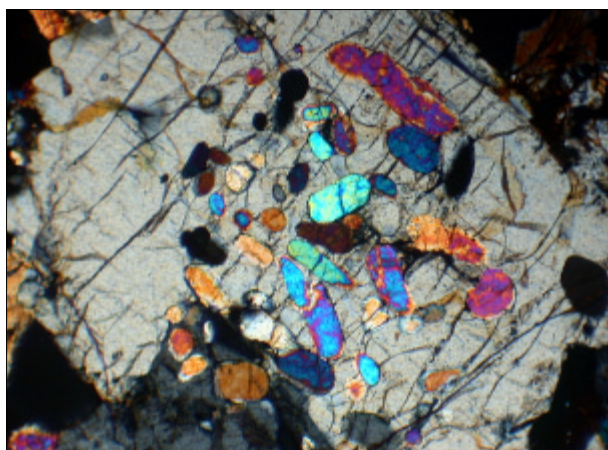
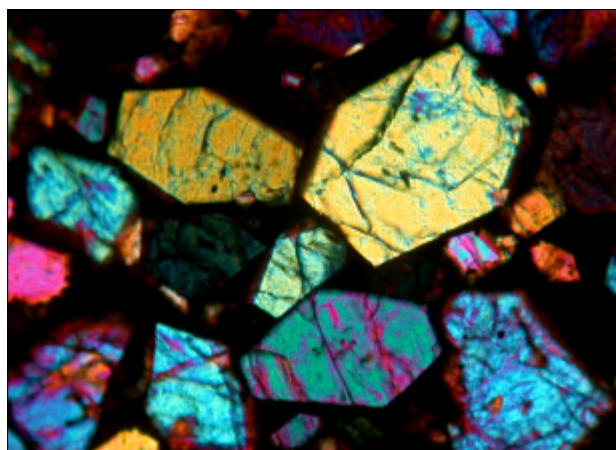
dwóch kryształów tego samego minerału w sposób symetryczny. Gdy wielokrotne bliźniaki tego samego minerału zrastają równolegle, nazywamy je bliźniakami polisyntetycznymi (fot. 4).

Od redaktora: Dziękuję prof. dr hab. Andrzejowi Maneckiemu za merytoryczną korektę tłumaczenia.

✍

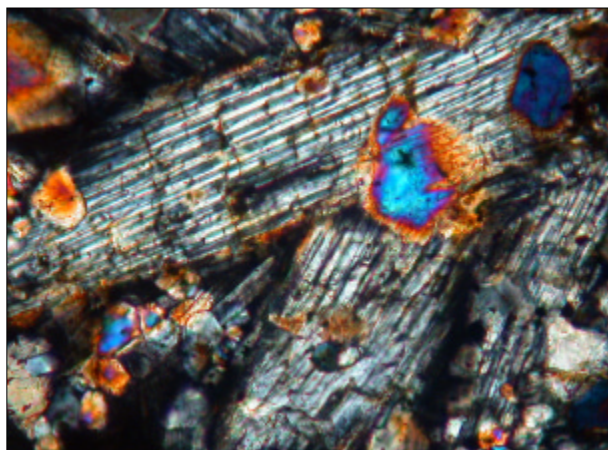
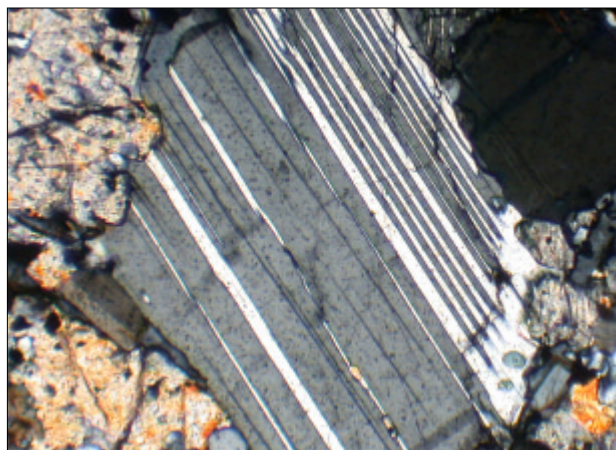


Fot. 1. Tekstura klastyczna. Odnosi się to do pokruszonych fragmentów (klastów) pochodzących z jednej lub więcej wcześniej istniejących skal. Przy równoległych polaroidach (z lewej) duże i małe okruchy są wyraźnie widoczne. Przy skrzyżowanych polaroidach (z prawej) widać mniej małych okruchów, ale barwy interferencyjne ułatwiają identyfikację minerałów. (Howardyt Kapoeta)



Fot. 2. Kryształy euhedralne. Kryształy, które rosną bez przeszkód w magmie, uzyskują charakterystyczne kształty i ścianki. Ścianki tego kryształu oliwinu o kształcie trumny są przedstawione jako prostoliniowe odcinki, które wyznaczają postać kryształu. XP (chondryt L3.6 Parnallee)

Fot. 3. Tekstura poikilitowa. Małe ziarna jednego minerału są nieregularnie rozmieszczone w większym kryształe innego minerału. W tym przykładzie małe barwne ziarna oliwinu są zamknięte w pojedynczym, dużym kryształe ortopiroksenu. XP (chondryt L5 Mt. Tazewait)



Fot. 4. Zbliźniaczenie w plagioklazie (z lewej) i klinoenstatycie (z prawej). Zauważmy ładne, proste bliźniaki plagioklazu w porównaniu z mniej urodziwymi bliźniakami klinoenstatytu. Mineral o jaskrawych barwach interferencyjnych (z prawej) to oliwin. XP (z lewej eukryt NWA 047, z prawej chondryt L3.6 Parnallee)

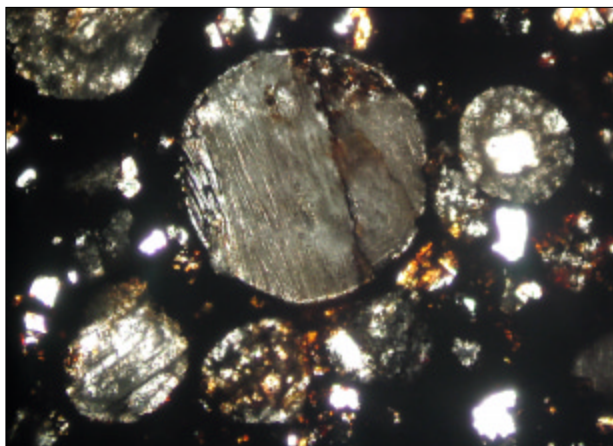
Trójwymiarowe chondry

Jürgen Otto i Norbert Classen

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 14 No. 2. Copyright © 2008 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Fragmenty nie opublikowanego dotąd chondrytu z Omanu ukazują dość intrygujące utwory, które chcielibyśmy omówić w tym artykule: wyodrębnione chondry,

które częściowo oddzieliły się od matriksu i stały się widoczne w wyniku naturalnych procesów wietrzenia. Te „trójwymiarowe chondry” ukazują nowe aspekty, które nie są



Fot. 1. Zdjęcie płytki cienkiej wyraźnie ograniczonej, multimineralnej chondry oliwinowej otoczonej kilkoma mniejszymi chondrami i prawie nieprzezroczystą matriks. Przezroczyste fragmenty oliwinu i małe pustki są białe (zdjęcie zrobione przy równoległych polaroidach).



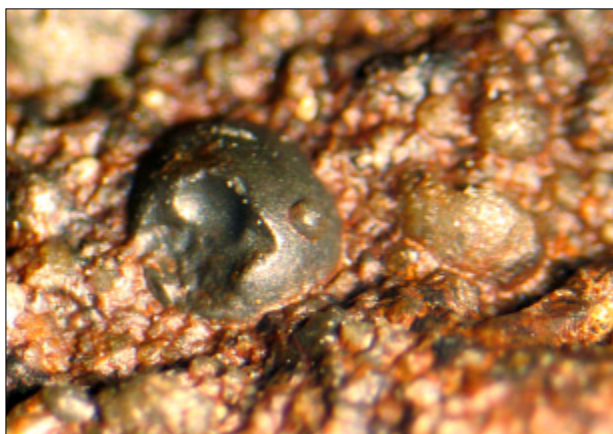
Fot. 2. Chondra, która została oddzielona od matriksu przez wietrzenie i erozję wietrzną. Małe ilości materii matriksu są wciąż przyczepione do jej powierzchni, a delikatne pionowe linie dają obraz jej wnętrza (średnica chondry [Ø] 1,1 mm).



Fot. 3. Chondra z widocznym wgnieceniem od innej, wcześniej przyczepionej chondry. Na powierzchni wgniecenia widać wyraźny, kreskowy wzór (chondra Ø 1,4 mm).



Fot. 4. Dwie mniejsze chondry mocno przymocowane do większej chondry (Ø 2,2 mm). Oczywiście uniknęły one procesu rozpadu, który rozdzielił większość innych chondrów w tym meteorycie.



Fot. 5. Bardziej zerodowana chondra (Ø 1,3 mm) z mniej lub bardziej wyraźnymi wgnieceniami od innych chondrów i z małą chondrą wciąż mocno przymocowaną do niej.



Fot. 6. Jasno zabarwiona chondra z kilkoma drobnymi fasetkami na powierzchni. Najprawdopodobniej jest to chondra skrytokrystaliczna (Ø 1,7 mm).

oczywiste przy dwuwymiarowych badaniach płytek cienkich, i które mogą pomóc wzbogacić naszą wiedzę na temat tworzenia się chondr i historii akrecji ciał macierzystych chondrytów.

Opis znaleziska

Meteoryt ten znalazł anonimowy poszukiwacz w sierpniu 2006 r. na pustyni w Omanie. Zebrano w sumie 62 fragmenty, rozrzucone na powierzchni około 12×12 metrów, ważące łącznie około 21 kg. Dolne części fragmentów, szczególnie te, które były zagrzebane w piaszczystej powierzchni, są w większym stopniu przeobrażone wskutek chemicznego wietrzenia i częściowo pokryte rdzą i białawą patyną węglanu wapnia. Górne części fragmentów są ciemnobrązowe i przeważnie gładko wypolerowane przez erozję wietrzną i niesiony wiatrem piasek.

Tylko w obszarach blisko ziemi, gdzie była umiarkowana równowaga między wietrzeniem chemicznym a erozją wietrzną, znaleźliśmy dużo dobrze zachowanych chondr, które oddzieliły się od matriks i były dobrze widoczne. Ich średnice ($\varnothing$) wahały się od około 1,1 mm do 2,3 mm.

Płytką cienką uwidoczniła charakterystyczną teksturę stosunkowo nie zrównoważonego chondrytu H4 z wyraźnie widocznymi chondrami w drobnoziarnistej i zbitej matriks (fot. 1). Widoczne były tylko słabe zmiany szokowe i określiliśmy stopień szokowy na S1-2.

Trójwymiarowe badanie chondr

Zasadniczo płytka cienka ukazuje tylko dwuwymiarowy widok bardzo cienkiej płaszczyzny przekroju przez daną materię i dlatego ukaże tylko dość ograniczony przekrój danej chondry. Z drugiej strony wyseparowane chondry, takie jak w tym szczególnym okazie, często ukazują większą część powierzchni chondry (fot. 2) i pozwalają na nowy rodzaj trójwymiarowych badań, które ukazują pewne ciekawe, nowe aspekty tych pierwotnych obiektów.

Z zaskoczeniem stwierdziliśmy, że na większości chondr w naszej próbce widoczne są dość wyraźne wgniecenia, oczywiście wytworzone przez sąsiednie chondry (fot. 3), a czasem znajdowaliśmy także chondry zespolone, wciąż ściśle połączone ze sobą (fot. 4,

fot. 5), potwierdzające taką interpretację. Jednak na ogół — i to jest zagadkowy aspekt naszych obserwacji — poszczególne chondry z widocznymi wgnieceniami są oddzielone od siebie przez matriks i znajdujące się w niej okruchy minerałów.

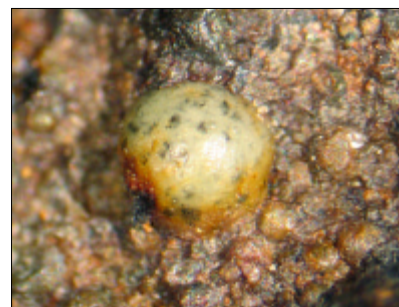
Wszystko to wskazuje na wcześniejszy stan, w którym chondry musiały być znacznie gęściej upakowane — na zespoloną teksturę, która musiała zostać rozbita w późniejszej fazie formowania, w której chondry zostały rozdzielone przez obecną matriks chondrytu. Inna ciekawa obserwacja, to że te chondry musiały być w stanie półplastycznym w tej „fazie zespolonej” i że oczywiście zestaliły się przed późniejszym teksturalnym rozbiem i ponownym uformowaniem.

Potrzeba dalszych trójwymiarowych badań

Jest wiele możliwych wniosków do wyciągnięcia z naszych obserwacji: Może z nich wynikać, że na przykład tak zwane „konglomeraty chondr” (niezbyt ściśle pojęcie wymyślone dla niektórych silnie nie zrównoważonych chondrytów NWA, które nie mają matriks i składają się niemal wyłącznie z gęsto upakowanych chondr) mogą wcale nie być konglomeratami, ale prawdopodobnie reprezentują najbardziej pierwotną materię chondrytową, która uniknęła późniejszego procesu rozpadnięcia się i ponownego uformowania.

Oczywiście w tym momencie jest to czysta spekulacja, która wymagałaby dalszego studiowania i poważniejszych badań, by wzmocnić takie twierdzenie. Jednak zdecydowanie uważamy, że trójwymiarowe badanie chondr dostarczy nam mnóstwa dodatkowych informacji, które niełatwo wydobyć z tradycyjnych, dwuwymiarowych badań, takich mikroskopii płytek cienkich. Pierwszy krok ku przyszłym trójwymiarowym badaniom chondr musiałby pokazać, czy inne próbki chondrytów zwyczajnych także zawierają taką obfitość wgniecionych chondr, jak nasza próbka z Omanu, i czy także widoczne są w nich oznaki późniejszego rozbitcia i ponownego uformowania.

Dodatkowo badanie wyseparowanych chondr jest wielką frajdą, ponieważ ich powierzchnie często ujawniają szczegóły struktury, które mówią nam wiele o ich wewnętrznej budowie. Na



Fot. 7. Inna jasno zabarwiona, skrytokrystaliczna chondra z ciemnymi, dendrytycznymi inkluzjami na i pod jej powierzchnią (chondra $\varnothing 1,6$ mm).

przykład często znajdowaliśmy delikatnie poliniowane powierzchnie, które prowadziły nas do wniosku, że patrzymy na promieniste chondry piroksenowe (RP; fot. 3). Obserwowaliśmy także liczne chondry o jasnym zabarwieniu z delikatnymi fasetami na powierzchni i ciemnymi, dendrytycznymi wrostkami, które można by zidentyfikować jako chondry skrytokrystaliczne (chondry C; fot. 6, fot. 7). Te fasety są innym utworem, który nie będzie dobrze widoczny w tradycyjnych badaniach płytek cienkich, i jesteśmy przekonani, że przyszłe trójwymiarowe badania chondr ukażą wiele bardziej intrygujących szczegółów, które mogłyby pomóc powiększyć naszą wiedzę o powstawaniu chondr i akrecyjnej historii ciał macierzystych chondrytów.

E-mail:

Juergen.Otto@minpet.uni-freiburg.de
ncc@meteoris.de



Jürgen Otto jest emerytowanym profesorem mineralogii i petrologii na Uniwersytecie Freiburskim w Niemczech, który badał i klasyfikował setki meteoroidów podczas swej aktywnej kariery meteorologicznej.

Norbert Classen pracuje jako nieetatowy pisarz i redaktor dla różnych wydawnictw w Niemczech. Prócz tego jest namiętnym kolekcjonerem meteoroidów i obecnym prezesem Międzynarodowego Stowarzyszenia Kolekcjonerów Meteoroidów, IMCA.



Cmentarz Wielki we Wrocławiu – miejsce pochówku E.F.F. Chladniego

Wiesław Czajka

(Artykuł został przygotowany jako referat na V Konferencję Meteorytową, Wrocław, 18–20 IV 2008 r.)

Ernst Florens Friederich Chladni został znaleziony martwy w wynajętym mieszkaniu, w środę, 4 kwietnia 1827 roku podczas pobytu we Wrocławiu, gdzie przebywał na zaproszenie profesora Henrika Steffensa (1773–1845), który był wykładowcą mineralogii na tamtejszym Uniwersytecie. Został pochowany 7 kwietnia na Cmentarzu Wielkim (Der grosse Begräbnis Platz). Szczegółowy opis uroczystości pogrzebowych zawdzięczamy Johannowi Gottfriedowi Hientzschowi (1787–1856), wykładowcy muzyki i wydawcy pism muzycznych (m.in. Eutonii). W ówczesnym świecie, pozycja naukowa zmarłego była tak wielka, że środowisko muzyczne i naukowe Wrocławia oraz Śląska, włożyło wiele wysiłku dla upamiętnienia „światowej sławy badacza”, jak go określano. Artykuły mu poświęcone publikowano szczególnie w prasie muzycznej, gdyż wśród muzyków cieszył się szczególnym uznaniem i autorytetem. Powstał komitet, którego celem było wystawienie mu pomnika.

Z relacji Hientzsch (EUTONIA) wiemy, że przebieg pogrzebu miał bardzo uroczysty charakter. Uroczystości prowadzone były przez kapelmistrza, najważniejszej ewangelickiej parafii związanej z kościołem św. Elżbiety, Fryderyka Wilhelma Bernera (1780–1827). Dyrygował między innymi zespołem 80 śpiewaków połączonych chórów wrocławskich przy Moście Królewskim, gdzie miasto pożegnało Chladniego. W kaplicy cmentarnej nad trumną przemowę pożegnalną wygłosił przyjaciel profesor Steffens, zaś na organach Berner grał pieśni żałobne.

Tenże Berner zmarł „5 tygodni później, w tym samym dniu tygodnia (środa), w tej samej godzinie i został pochowany w tej samej mogile (co Chladni)”, jak relacjonuje Hientzsch.

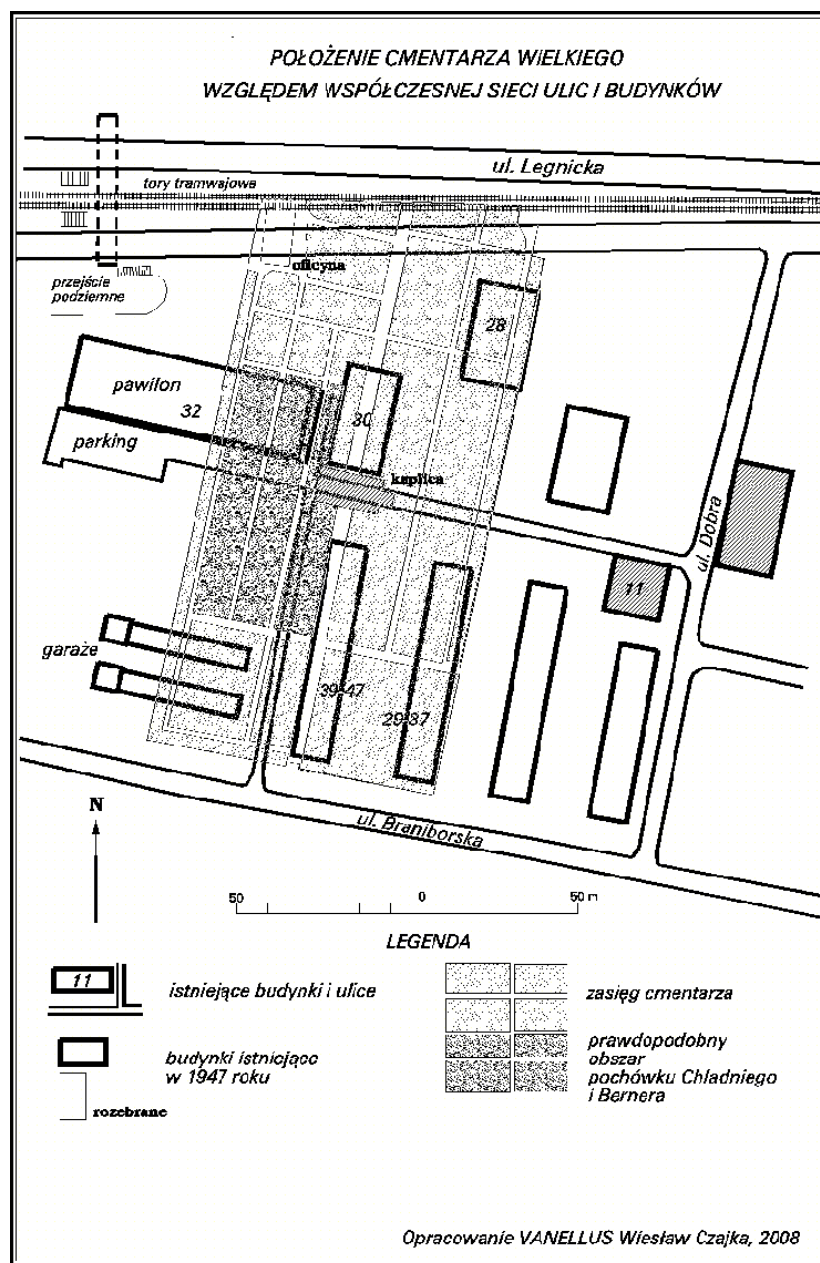
Tak więc, grób Chladniego stał się grobem podwójnym, co należy przypisać temu, że obaj byli samotni, a pochowani zostali na koszt społeczności wrocławskiej. Warto dodać, że już wte-

dy, miejsca do pochówków na Cmentarzu Wielkim było niewiele ze względu na rozrastające się miasto.

Hientzsch stanął na czele komitetu mającego upamiętnić obie postaci. W Eutonii ukazał się cykl informacji i artykułów poświęcony obu zmarłym. Mogiłę postanowiono zamienić na pomnik ku ich pamięci, co zrealizowano do 1830 roku.

Pomimo wysiłku fundatorów, trady-

cja upamiętnienia Chladniego i Bernera zanika bardzo szybko wraz z ich śmiercią. A. J. Hoverden-Plencken, kolekcjoner i pamiętnikarz Wrocławia, w swej pracy *Große Friedhof* z roku 1867 (z tych lat współczesna nazwa Cmentarz Wielki), wśród pochowanych na tym cmentarzu wymienia Chladniego, jednak wyłącznie ze znakiem zapytania. Postać Chladniego dla Wrocławia staje się zapomniana.



Rys. 1. Współczesny szkic sytuacyjny Cmentarza Wielkiego na podstawie założonego projektu.

W tym czasie cmentarz wypełnia się całkowicie ze względu rozrastające się miasto. Jednocześnie otaczany jest systematycznie nowymi kamienicami. W roku 1866 zostaje zamknięty. Incydentalne pochówki będą się zdarzać do 1945 roku.

Na początku XX wieku teren ten staje się bardziej osiemnasto- i dziewiętnastowiecznym lapidarium niż cmentarzem. Świadczą o tym fotografie z tego okresu i zdjęcia lotnicze przedstawiające zalesiony obszar wśród intensywnej zabudowy miejskiej.

W czasie walk o Festung Breslau w 1945 roku, cmentarz znalazł się w obszarze najcięższych walk. Pomimo zniszczeń charakter cmentarza zachował się do roku 1956. Od 1957 roku następuje likwidacja cmentarza z przeznaczeniem pod rozbudowę linii tramwajowej i budownictwo mieszkaniowe.

Odtworzenie zasięgu cmentarza Wielkiego

Ze względu na utratę księgi zgonów z 1827 roku, w której prawdopodobnie odnotowano pochówek Chladniego oraz likwidację cmentarza w 1957 roku nie jest już możliwe jednoznaczne pokazanie miejsca pochówku.

Wobec powyższych faktów nie było najistotniejsze, w którym miejscu znajduje się mogiła, lecz jak można najdokładniej ograniczyć obszar cmentarza na współczesnej mapie Wrocławia wraz ewentualnym wskazaniem obszaru gdzie ten pochówek nastąpił.

Do rozwiązania tego zadania zastosowano metody współczesnej kartografii wykorzystując w założonym projekcie dostępne mapy, zdjęcia lotnicze i sceny satelitarne. Są to materiały XIX i XX wieczne, jak również całkiem współczesne. Ich kartometryczność zadowalała potrzeby założonego projektu.

Osnowę kartograficzną stanowiło odwzorowanie UTM (uniwersalne poprzeczne Merkatora), strefa 33.

O powiązaniu przestrzennym materiałów kartograficznych w tym przypadku nie decydowała ich kartometryczność, lecz ilość szczegółów, które zachowały się od XIX wieku do czasów współczesnych. Ze względu na burzliwe losy Wrocławia warunek ten był szczególnie trudny do utrzymania. Cmentarz Wielki znajdował się w centrum intensywnych zmian urbanistycznych na przełomie XIX i XX wieku

oraz w obszarze najcięższych walk o Festung Breslau w 1945 roku.

W wyniku analizy materiałów udało się wybrać i zweryfikować budowle, które w sekwencji czasowej wiązały ze sobą mapy, zdjęcia lotnicze i sceny satelitarne.

Do budowli tych zaliczono:

1. Oficynę cmentarną, która dotrwała do 1945 roku.

2. Kamienicę o współczesnym adresie Dobra 11.

3. Mur ograniczający zasięg cmentarza, który dotrwał do 1945 roku.

Istotną i charakterystyczną budowlą, była kaplica cmentarna, której centralne położenie wykorzystywano do kontroli opracowania.

Wynikiem prac jest ustalenie zasięgu Cmentarza Wielkiego na współczesnej mapie Wrocławia z dokładnością względną nie gorszą niż ± 5 m. Z taką też dokładnością można wyznaczać szczegóły wewnątrz cmentarza. Używanie lepszych dokładności jest możliwe z udziałem metod geodezyjnych.

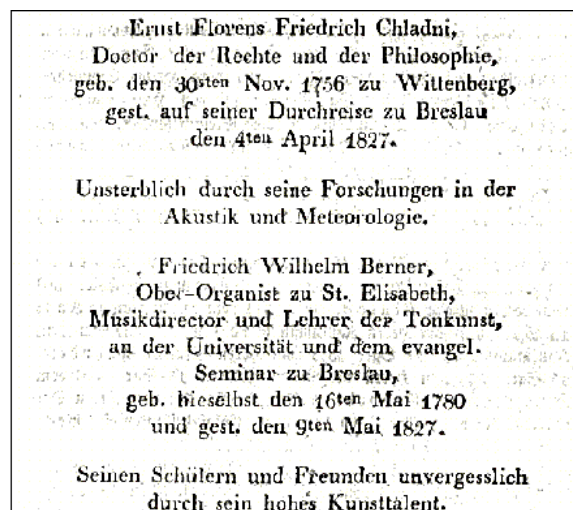
Cmentarz Wielki obecnie znajduje się pod budynkami o adresach: Legnicka 28, 30 i częściowo 32, Braniborska 29-37, 39-47 oraz częściowo pod sąsiadującymi garażami przy Braniborskiej.

Przybliżenie obszaru pochówku Chladniego i Bernera

Cmentarz Wielki we Wrocławiu powstał w 1777 roku i miał charakter komunalny, co na owe czasy oznaczało, że przynależał do kilku parafii ewangelickich. Potwierdza to plan z 1858 roku, gdzie konkretnym parafiom przydzielony został konkretny obszar cmentarza.

Poszczególne kwatery cmentarza należały między innymi do parafii związanej z kościołami św. Bernarda, św. Elżbiety, św. Marii Magdaleny.

Ponieważ Chladni był gościem, nie jako najważniejszej wspólnoty św. Elżbiety, jak również z tym kościołem był związany Berner, należy uznać, iż w tej części cmentarza zostali pochowani.



Rys. 2. Inskrypcje umieszczone pomniku Chladniego i Bernera (źródło: EUTONIA).

Jakkolwiek Chladniego należy uznać za człowieka w miarę możnego, jak na ówczesne czasy, to po śmierci, okazało się, że koszt pochówku dofinansowano ze zbiórki. Sugerować by to mogło, że miejsce pochówku należało do mniej „kosztownych” i nie przynależało do najwyższej elity Wrocławia. Jednak sława Chladniego i wspólny grób z wybitnym Bernerem podpowiada, że tak nie musiało być, że pochowano ich raczej w centralnej części cmentarza, tuż za najbardziej ekspozycyjnymi kwaterami. Zakładając z kolei, że ze względów praktycznych, wypełnianie cmentarza w czasie następuje wraz z przybywaniem mogił od bramy głównej w kierunku kaplicy, to około 1827 ta część cmentarza była prawdopodobnie wykorzystana.

Ostatecznie na tej podstawie prawdopodobne miejsce pochówku Chladniego i Bernera znajduje się w części przeznaczonej dla wspólnoty św. Elżbiety, w centralnej części cmentarza, na południe i zachód od kaplicy cmentarnej.

Współcześnie jest kilkunastoarowy areal, na który, składa się część wschodniego placu między garażami przy Braniborskiej a pawilonem przy Legnickiej oraz część drogi dojazdowej do wnętrza osiedla wraz z przyległym terenem.

Graficzna rekonstrukcja pomnika Chladniego i Bernera

Graficzna próba rekonstrukcji pomnika może mieć znaczenie w ewentualnej analizie niepublikowanego jeszcze zasobu fotograficznego. W tej rekonstrukcji nie są najważniejsze detale i artystyzm, lecz stworzenie obrazu



Rys. 3. Z lewej: pomnik na mogile Nees von Esenbecka (zm.1858r.). Z prawej: graficzna rekonstrukcja pomnika Chladniego i Bernera.

mającego pobudzić wyobraźnię oglądającego. Istnieją przesłanki co do tego, że w zbiorach prywatnych i instytucjach znajdują się jeszcze nieznane zdjęcia fotograficzne. Również „wyeksploatowany” materiał kamieniarski ze zlikwidowanego Cmentarza Wielkiego, może gdzieś jeszcze funkcjonować w innej postaci. Graficzna rekonstrukcja ma wyczulić na możliwe znaleziska w tej materii.

Odtworzenie wyglądu budowli możliwe jest dzięki relacji Hintzscha (EUTONIA) dotyczącej dyskusji nad formą pomnika i spisowi wydatków na jego budowę. Tekst nie obejmuje całościowej charakterystyki pomnika, lecz są to wplecione w relację różne uwagi o podjętych decyzjach i czynnościach komitetu fundatorów odnośnie kształtu obiektu i etapów budowy.

Z uwag tych wiemy, że ostatecznie budowla na mogile Chladniego i Bernera była podmurowana na około stopę i przykryta płytą z piaskowca o grubości pół stopy. Na płycie ustawiono dwa oddzielne bloki „marmuru śląskiego”, tak, że pierwszy poświęcony Chladniemu stał nad głowami zmar-

łych, zaś drugi poświęcony Bernerowi, nad ich stopami. Całość została ogrodzona płotkiem żelaznym.

Inskrypcje o dacie urodzenia i śmierci umieszczono na przednich stronach obu bloków, zaś na tylnych, krótkie uwagi o przyczynie upamiętnienia zmarłych.

O ozdobnych detalach pomników, modnych w tamtych czasach, nic nie wiemy. Wydaje się jednak, że budowla musiała spełniać ówczesne wymogi estetyczne, gdyż w wykonaniu modelu pomnika uczestniczył wrocławski rzeźbiarz Mächtigt.

Piaskowiec użyty na pomnik prawdopodobnie pochodził z okolic Kudowy i ze względu na jego powszechne użycie nie wyróżniał w szczególności sposób budowli.

Jeśli chodzi o użyty „marmur śląski”, a Hintzsch w swej relacji podkreśla, że były to dwa piękne bloki, to prawdopodobnie pochodził on z Piławy Górnej (Gnadenfrei). Był to najbliższy Wrocławia kamieniołom wapienia krystalicznego, a przymiotnik śląski (*schlesisch*) używany był do pierwszej połowy XX wieku, dla wydobywanych

tam marmurów.

Wapień ten występuje jako marmur jasnoszary lub ciemnoszary nieustrasowany lub warstwowany. Odmiana jasna posiada barwę jasnoszarą z ciemniejszymi plamami i smugami o odcieniu czerwonym i beżowym, a odmiana ciemna ma barwę ciemnoszarą o odcieniu stalowym i sinym (gołębim—*taubenblau*) (KOPP). Surowiec ten był niezwykle ceniony ze względu na dużą odporność i atrakcyjność kolorów po wypolerowaniu.

Na tej podstawie można stwierdzić, że budowla upamiętniająca Chladniego i Bernera była dość charakterystyczna. Dostępne w niewielkiej ilości fotografie pomników z Cmentarza Wielkiego nie dostarczają jednak wzorca zgodnego z opisem.

Najlepsze wyobrażenie o rekonstruowanym obiekcie daje rycina pomnika wystawionego zapomnianemu wybitnemu przyrodnikowi Christianowi Gottfriedowi Danielowi Nees von Esenbeckowi (1776—1858) pochowanemu na Cmentarzu Osobowickim. Wprawdzie pomnik składał się z obelisku, to jednak po skróceniu go w połowie, otrzy-

mujemy oczekiwaną bryłę z inskrypcją otoczoną żelaznym ogródkiem. Podwojenie takiego bloku daje dobre wyobrażenie o przypuszczalnym wyglądzie budowli poświęconej Chładnemu i Bernerowi.

Podsumowanie

Jest to pierwsza taka próba dokończenia biografii Chładnego. Uzyskane rezultaty zadowolają, gdyż udało się w sposób przekonujący określić prawdopodobne miejsce pochówku, jak również zebrać informacje o budowie pomnika i przybliżyć graficznie jego wygląd. Kontynuowanie prac badawczych w tym zakresie nie jest pozbawione perspektyw. Ciągłe potencjalnym instrumentem badawczym jest internet, w którym systematycznie pojawia się szereg nowych dokumentów, takich jak stare fotografie, nieznane notatki czy starodruki. Powszechność takiej informacji wzbogacona o ewentualne prace historyczne i archeologiczne mogą dostarczyć w przyszłości wielu niespodzianek.



Na zdjęciu wewnątrz Cmentarza Wielkiego (styczeń 2008): Współczesny widok z przed nieistniejącej kaplicy cmentarnej. W głębi dwie kamienice przy Dobrej, które uniknęły wojennych losów kamienic Przedmieścia Mikołajskiego.

Literatura

CAECILIA, Mainz, 1824-1837, Band 6
EUTONIA, Breslau/Berlin 1829-1833
KOPP H. Fr., Görlitz 1935: Der Deutsche Marmor

Zdjęcia barwne dostępne na stronie www.astroblemy.pl/cmentarz_wielki.htm



Zderzenie z planetoidą

Na stronie <http://www.spaceweather.com> można śledzić, jak blisko Ziemi przelatują niektóre planetoidy. Za jednostkę odległości przyjmuje się w tym przypadku średnią odległość od Ziemi do Księżyca, którą oznacza się „LD” czyli „Lunar Distance”. Zwykle przelot następuje od kilku do kilkudziesięciu odległości do Księżyca od nas. W połowie lipca podwójna planetoida przeleciała w odległości 2,2 LD od Ziemi. Było oczywiste, że zaobserwowanie planetoidy będącej na kolizyjnym kursie z Ziemią jest tylko kwestią czasu. I w końcu stało się.

6 października odkryto przez teleskop na Mt. Lemmon w Arizonie obiekt oznaczony 2008 TC3. Teleskop ten pracuje w ramach finansowanego przez NASA programu poszukiwania obiektów przelatujących blisko Ziemi „Catalina Sky Survey”. Obiekt był bardzo mały, około 3 m średnicy, ale po obliczeniu wstępnej orbity okazało się, że następnego dnia ma zderzyć się z Ziemią. Na stronie „Spaceweather” pojawił się komunikat:

„Nadlatująca planetoida: Mała, świeżo odkryta planetoida 2008 TC3 zbliża się do Ziemi i jest ponad 99,8% szans,

że w nią uderzy. Steve Chesley z NASA JPL ocenia, że wejście w atmosferę nastąpi 7 października o 2:46 czasu uniwersalnego nad północnym Sudanem niedaleko Morza Czerwonego. Mający tylko kilka metrów kosmiczny kamień nie zagraża ludziom, ani strukturom na Ziemi, ale powinien wytworzyć widowiskowy bolid uwalniając, podczas rozpadania się i eksplozji w atmosferze, energię równoważną mniej więcej kilotonie TNT. Planetoidy tej wielkości uderzają w Ziemię co kilka miesięcy, ale to jest pierwszy przypadek odkrycia planetoidy przed zderzeniem.”

Jacob Kuiper, główny meteorolog lotnictwa w holenderskim odpowiedniku naszego IMGW, pół godziny przed przewidywanym momentem powiadomił lotnisko w Amsterdamie, że załogi samolotów lecących nad północną Afryką mogą zobaczyć bolid. Dzięki temu otrzymał wiadomość, że samolot KLM, lecący około 750 mil morskich na południowy zachód od przewidywanego miejsca spadku, dostrzegł krótki błysk tuż przed przewidywanym momentem zderzenia.

Zderzenie zarejestrował także detektor infradźwięków w Kenii. Każde zja-

wisko wytwarzające falę uderzeniową może generować infradźwięki. Okazały się one dobrym sposobem wykrywania bolidów i oceniania energii, lokalizacji, momentu zjawiska i wysokości. Infradźwiękowymi obserwacjami bolidów zajmuje się dr Peter Brown z Uniwersytetu Zachodniego Ontario, który ocenił, że planetoida wpadła do atmosfery o 2:43 UTC wyzwalać energię między 1,1 a 2,1 kiloton TNT. Większość bryły powinna wyparować w atmosferze i spaść mogły co najwyżej małe kawałki. Niestety, ewentualny spadek nastąpił w dość odludnym miejscu i jest niewielka szansa, by ktoś tam zarejestrował zjawisko.

Andrzej S. Pilski



Bąble w tektytach z Australii

Don McColl

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 14 No. 2. Copyright © 2008 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Wstęp

Od dawna wiadomo, że bardzo mała część tektytów, szczególnie tych z Australii, ale także czasem z Filipin, zawiera wewnątrz duże, okrągłe, puste pęcherze. Jeden z najlepiej zachowanych tektytów o aerodynamicznym kształcie, z bąblem wewnątrz, znaleziono koło Hordern Vale w południowo-zachodniej Wiktorii już w 1966 r. i opisał go George Baker^{1,2}, jeden z pierwszych badaczy tektytów w Australii. Szklivo tektytów z południowo-wschodniej Azji jest prawie czarne i często nawet bardzo jasne światło nie prześwieca przez ścianki pęcherza. Przy odkrywaniu obecności bąbli dość skuteczną może być metoda prześwieclania promieniami rentgenowskimi, ale wciąż najczęściej jest stosowana stara, klasyczna metoda przy pomocy pomiaru ciężaru właściwego. Dużą liczbę tektytów można sprawdzić jednocześnie zanurzając je w ciężkiej cieczy o rozsądnie dobranym ciężarze właściwym. Ponieważ ciężar właściwy szklawa tektytu z południowo-wschodniej Azji ma przeważnie wartość nieco powyżej 2,4 i ponieważ tektyty z bąblami mają średnią gęstość dużo mniejszą, to zwykle bez trudu można wykryć te z bąblami, bo wyskoczą na powierzchnię.

Czasem takie tektyty przetrwały nieknięte w kolekcjach przez wiele lat.

Niektóre takie okazy zostały otwarte przez ciekawych kolekcjonerów, którzy prawdopodobnie chcieli zobaczyć, co jest wewnątrz. Takie badania zawsze przynosiły rozczarowanie, bo okazywało się, że w środku jest bardzo niewiele! W większości przypadków jest niemal całkowita próżnia i w rezultacie większość bąbli kruszyła się wskutek implozji, gdy tylko zostawała naruszona wewnętrzna ścianka pęcherza — dość przykry koniec jednego z tych tektytowych rarytasów.

Obecność inkluzji różnej wielkości bąbli w tektytach zauważono wiele lat temu, a niektóre z istotnych badań przeprowadzono już pod koniec lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Zawartość bąbli badali po raz pierwszy chromatografem gazowym profesorem Otto Müller i Wolfgang Gentner³. Pracując z wulkanitami i szklawem Muong Nong, gdzie bąble są dość małe, zaobserwowali oni wstępnie, że „...tworzenie się tektytów...następowało w obecności atmosfery,” i że gazy obecne w bąblach to były „...azot i tlen w proporcji odpowiadającej z grubsza tej w ziemskiej atmosferze.” Wspominali także o zamiarze prowadzenia dalszych badań tektytów.

Niedługo potem, zamierzając pomóc w ich pracy, wysłałem im do badań jeden z dwóch nienaruszonych bąbli tek-

tytowych z Australii. Ten pierwszy okaz pozwolił im stwierdzić, że ciśnienie gazu w tym bąblu w australicie było około 10^{-3} atmosfery (jedna tysięczna atmosfery). Nawet w tak małej ilości gazu wykryli oni te same ślady tlenu i azotu, które zgadzały się z ich wcześniejszymi wynikami (W. Gentner, prywatna informacja, 1969). Jednak gdy został wysłany drugi okaz, zaginął on niestety na pocztce i z powodu dużej rzadkości tych okazów więcej nie wysyłano. Bardzo niskie ciśnienie zarejestrowane przez tych badaczy, jest jednak dokładnie tym, czego należałoby oczekiwać, gdy kulka rozgrzanego do białości stopionego szklawa tektytowego zostaje nagle wyrzucona w niemal całkowitą próżnię kosmosu. Jeśli w tym czasie była w szklawie jakaś cząstka lotnej materii, to rozszerzałaby się ona tworząc kulisty bąbel, póki wewnętrzne ciśnienie nie zrównałoby się z zewnętrznym. Zakrzepnięcie szklawa wskutek ochłodzenia zamknęłoby i uwięziło zawartość bąbla.

Występowanie takich bąbli w logiczny sposób wynika z przyjętych ogólnie mechanizmów powstawania tektytów. Na ich obecność wskazują także liczne okazy, w których widać na powierzchni pozostałości bąbli. Są to niemal zawsze części kulistego bąbla, czasem większe, czasem mniejsze, ale wszyst-



Fot. 1. Tylna powierzchnia tektytu z bardzo dużym wgłębieniem po bąblu i wąskim, kompletnym kołnierzem na całym obwodzie. Wytrawione pęknięcie wskutek termicznego kurczenia się jest teraz częściowo wypełnione węglanem wapnia z gleby. Znaleziono w Motpena Station, Flinders Range, South Australia.



Fot. 2. Typowy tektyt z suchych regionów środkowej Australii. Nikt by nie zgadł, że ten okaz ma nienaruszony wewnętrzny bąbel o pojemności około 0,2 cm³. Znaleziony przez aborygenów Apatula koło Mount Dare w Australii Południowej.

kie sugerujące możliwość pełnych, wewnętrznych bąbli. Dobrym przykładem jest tektyt z pełnym kołnierzem na fot. 1, gdzie większość tylnej powierzchni zajmuje ogromne wgłębienie po bąblu o średnicy prawie 2 cm. Te większe wgłębienia po bąblach są zwykle dość oczywiste, ale mniejsze wgłębienia po bąblach można mylić z wgłębieniami po trawieniu roztworami z gleby. Ten rodzaj tekstury często widać na powierzchni wielu filipinitów, gdzie powstała ona przez długotrwałe zagrzebanie w tropikalnej glebie. Obecnie dość dokładnie stwierdzono, że zdarzenie tworzące tektyty południowo-wschodniej Azji wystąpiło blisko zmiany biegunowości ziemskiego pola magnetycznego Brunhes-Matuyama, co obecnie datuje się dość dokładnie na 0,77 miliona lat temu.

Tak więc było około trzech czwartych miliona lat, aby te tektyty z wysoką zawartością krzemionki zostały dość głęboko wytrawione leżąc w błotnistych, tropikalnych glebach. Dla kontrastu tektyty znajdowane w suchych, pustynnych regionach Australii na ogół ucierpiały bardziej od piasku niesionego wiatrem. W rezultacie możemy się chyba spodziewać, że przetrwało mniej nienaruszonych bąbli. Jednak wciąż są one znajdowane, czasem z nienaruszonymi wewnętrznymi bąblami zajmującymi zaskakująco dużą część ich objętości (fot. 2). Zapisy Bakera² wskazują, że znana jest znaczna ich liczba, a prawdopodobnie jest jeszcze więcej nie zauważonych w większych zbiorach muzealnych.



Fot. 3. Były tektyt z bąblem i kołnierzem częściowo utworzony z dwóch pękniętych części. Miał on bardzo duży wewnętrzny pęcherz o cienkich ściankach. Prawdopodobnie pękł przy uderzeniu w ziemię podczas spadania, ale czołowy punkt przedniej powierzchni być może zaczął się zapadać w końcowym stadium ablacji. Znalazł go Adrian Hislop koło Chapple Vale w Wiktorii.



Fot. 4. Tektyt w kształcie łupiny orzecha z wgłębieniami po bąblu rozbitym w naturalny sposób na dwie części. Trawienie przez kwasy glebowe uwydatniło linie spływu w szklawie tektytu i w mniejszym stopniu także na wewnętrznej powierzchni bąbla, która była otwarta w momencie lądowania. Szklana ścianka jest bardzo cienka i w jednym miejscu przezroczysta. Znalazł go Adrian Hislop koło Chapple Vale w Wiktorii.

Przetrwanie podczas lotu

Jest ogólnie zrozumiałe, że ciało stałe, tak jak tektyt (lub meteoryt), spadając z kosmosu będzie orientować się względem kierunku lotu. Dwa czynniki wpływają na orientację: środek ciężkości stara się być jak najbardziej z przodu, a ciało jako całość stara się ustawić największą powierzchnią w kierunku ruchu. W rezultacie tektyt zawierający bąbel, lub nawet taki z wgłębieniem po bąblu, będzie dążył do ustawienia się tak, że bąbel lub wgłębienie będzie w tylnej części tektytu podczas powrotnego wejścia w atmosferę. Jest tak dlatego, że środek ciężkości jest na ogół po przeciwnej stronie niż ta część tektytu. Dlatego bąbel będzie lokował się w najbardziej chronionej części tektytu. Ablacja podczas spadania będzie powodować otaczanie tektytu obwódką stopionego szkła, która być może później rozwinie się w kołnierz, ale z której w pierwszych fazach lotu będą zdzierane kropki szklawe. Ta ablacja dotyka tylko przedniej części i krawędzi tektytu, tak że jeśli bąbel nie ma jakiegoś nietypowego kształtu, to ponieważ jest prawie zawsze ułożony w najlepiej chronionej części tektytu, najprawdopodobniej przetrwa spадanie.

Łądowanie i późniejsza historia, to już jednak inna opowieść. W większych zbiorach tektytów znajduje się wiele rozbitych fragmentów byłych tektytów z bąblami. Pod inny

mi względami te tektyty z bąblami mają normalne aerodynamiczne utwory ablacyjne włącznie z kołnierzami i falami na stopionym pierścieniu. Tektyt pokazany na fot. 3 wyraźnie zawierał bąbel, który mógł pierwotnie zajmować nawet połowę jego całkowitej objętości. Mając jednak takie cienkie ścianki łatwo rozpadł się albo podczas spadania, albo przy lądowaniu, albo może potem w glebie. Fot. 4 pokazuje tektyt w kształcie łupiny z podobnym bąblem o dużej objętości, który w końcu rozleciał się na dwa kawałki wskutek pęknięcia w wyniku trawienia, dostarczając nam ładnej okazji do zobaczenia wnętrza. Zdumiewające, że część ścianek jest tak cienka, że światło łatwo przechodzi przez brązowe, przezroczyste szkło. Jednak od czasu uformowania się ten bąbel był zawsze otwarty w tej części, która podczas spadania stała się tylną częścią tektytu. Fragmenty takich pękniętych bąbli, a nawet większe, wklęsłe kształty, znajdowane są czasem na niektórych klasycznych obszarach występowania tektytów. Te kawałki mogą przypominać skorupy jaj będąc łagodnie zakrzywionymi i nawet jeśli mają kilka centymetrów kwadratowych wielkości, to bywa że ich grubość wynosi tylko jeden lub dwa milimetry.

Całe, nie pokruszone tektyty z bąblami zdarzają się bardzo rzadko i fot. 5 ukazuje dwa widoki takiego tektytu z nienaruszonym wewnętrznym bąblem. Dość bulwiasta, rozdęta tylna powierzchnia jest typowa dla tektytu z pokaźnej wielkości wewnętrznym bąblem. Ten okaz ma jednak także ślady na brzegu wskazujące, gdzie odłupał się



Fot. 5. Tektyt z nietkniętym wewnętrznym bąblem, w dwóch pozycjach, by pokazać tylną (z lewej) i przednią (z prawej) powierzchnię z pierścieniowymi falami; pokazuje także ślady usunięcia kołnierza. Istnienie bąbla pod tylną powierzchnią jest wskazywane przez słaby, brązowy refleks na lewym zdjęciu. Objętość tego bąbla jest około 0,5 cm³. Znalazł John McColl na południe od Simpson w Wiktorii.

wcześniejszy kołnierz. Fot. 6 przedstawia tektyt, który pierwotnie mógł być bardzo podobny i mógł być w całości, póki tylna strona nie została zgruchotana prawdopodobnie przez maszynę podczas budowy drogi. Znalaziono go na powierzchni lokalnej drogi koło miasta Peterborough w Wiktorii. Ten tektyt był widocznie także przemieszczony na pewną odległość, bo nie znalazł nigdzie wokół niego mniejszych odłupanych fragmentów.

Wnioski

Tektyty zawierające dość duże bąble występują w wielu miejscach w Australii i południowo-wschodniej Azji. Niezwykle niskie ciśnienie gazu w takich tektytach jest pozostałością po formowaniu się tektytu ze stopionej masy i wskazuje, że będąc gorącym

i płynnym został nagle wyrzucony w próżnię kosmosu. Bąble nie zawsze są widoczne na pierwszy rzut oka i kolekcjonerzy i opiekunowie zbiorów tektytów powinni zawsze pamiętać o możliwości znalezienia tektytów z bąblami w starszych zbiorach, gdzie łatwo można je wykryć dzięki małej średniej gęstości okazu. Gazy wykryte w takich bąblach wskazują na powstanie tych tektytów w ziemskim środowisku.

Podziękowania

Z wdzięcznością wspominam uprzejmą pomoc Jima i Kate Robbins przy różnych okazjach. Ich długotrwałe zainteresowanie tektytami pomogło podtrzymać przez wiele lat zainteresowanie autora. Adrian Hislop znalazł kilkanaście ładnych okazów i pokazał mi je w 2007 r. Peter i Hector McKinnon z McKinnon Quarries and Civil są właścicielami żwirowni, gdzie tektyty są czasem znajdowane. Bardzo dziękuję za ich zainteresowanie i zezwolenie na dostęp autora do ich żwirowni.

E-mail:
redcentre
@chariot.net.au

Bibliografia

1. Baker, G. 1966. Hollow Australite Button with Flange, Hordern Vale, Otway Peninsula, Western Victoria. *Meteoritics*, 3:35–53.

2. Baker, G. 1966. External Form and Structure of some hollow Australites *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 30:607–615.
3. Müller, O. and Gentner, W. 1968. Gas Content in Bubbles of Tektites, and other Natural Glasses. *Earth and Planetary Science Letters* 4:406–410.



Don McColl jest emerytowanym geologiem, który ukończył Uniwersytet w Melbourne na początku lat sześćdziesiątych. Będąc tam jadł czasem lunch ze starszym już wtedy George Bakerem, który bardziej niż ktokolwiek rozumiał sens lotu australijskich tektytów wykazując, że naddźwiękowy lot przez atmosferę jest powodem ich wyjątkowych kołnierzy i pierścieniowych fal. Jego entuzjazm do problemów tektytów przeniósł się na Dona, który kontynuował odtąd starania o lepsze zrozumienie wspaniałych tektytów z okęgu Port Campbell w południowo-zachodniej Wiktorii. Don i jego żona Lois, osobiście znaleźli ponad 5000 tektytów podróżując po większości znanych obszarów rozrzutu tektytów we wszystkich częściach Australii.

DM



Fot. 6. Tektyt z wcześniej nietkniętym wewnętrznym bąblem robitą podczas przemieszczania ziemi. Wnętrze bąbla pokazuje błyszczący, ognisty poler, który w momencie spadku rozciągał się na całą powierzchnię tektytu. Poskręcane pozostałości kołnierza wciąż są obecne wokół brzegów. Znalazł go Bert Lawson koło Peterborough w Wiktorii.

Historia meteorytu Claxton z Georgii i skrzynki pocztowej

Hal Povenmire

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 14 No. 2. Copyright © 2008 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

W poniedziałek wieczorem, 10 grudnia 1984 r. około 22:30 U.T. (17:30 EST), jasny bolid przeleciał na północny zachód nad Jacksonville na Florydzie. Niebo było częściowo zachmurzone, ale zaobserwowano, że bolid miał żółtą barwę o zmierzchu. Bolid miał kształt łyży i wielkość około jednej czwartej księżyca w pełni. Ślad po nim utrzymywał się najwyżej pięć sekund. Meteoryt spadł około 6 mil SSE od Claxton w hrabstwie Evans w Georgii, na farmę Caruthy Barnard.

Weteran wojny wietnamskiej Don Richardson wysiadł właśnie ze swej ciężarówki około 112 stóp od miejsca spadku, gdy usłyszał dźwięk przypominający nadlatujący pocisk z moździerza i instynktownie się cofnął. Trzy inne osoby słyszały świst i trzask; między innymi David i Wanda Morris w samochodzie 70 stóp od spadku. Było kilka gromów dźwiękowych, co sugerowało, że spadły inne fragmenty. Kilka z nich słyszano na północny zachód od Claxton. Przed uderzeniem w ziemię meteoryt uderzył w skrzynkę pocztową strącając ją na ziemię. Wbił się w ziemię na stopę głęboko tworząc małe zagłębienie. Gdy go wydobyto, był jeszcze ciepły i czuć było woń siarki. Od

razu zagadką był jasny metal na orientowanym wąskim stożku meteorytowej cienkiej czarnej skorupy. Z porównania śladów uderzenia na skrzynce z kształtem meteorytu można stwierdzić, że spadał pionowo i nie koziłkował ani nie wirował. Jasny metal okazał się galwanizowanym metalem ze skrzynki pocztowej. Meteoryt okazał się chondrytem oliwinowo-hiperstenowym L6 ważącym około 3 funtów (1,455 kg).

Autora powiadomił przyjaciel, miejscowy nauczyciel, Vernon Eckleberry. Jechałem całą noc z terenu Centrum Kosmicznego Kennedy'ego, by potwierdzić ten nowy spadek. Sam meteoryt miał w zasadzie kształt czworobocznej piramidy z płaskim wierzchołkiem. Był pokryty czarną skorupą o grubości 0,5 mm z szarym wnętrzem z magnetycznymi inkluzjami jasnego metalu. Andrew Graham z British Museum zrobił analizę petrologiczną i płytki cienkie.

Claxton w stanie Georgia jest znane jako światowa stolica placków z owocami. Próbowałem uświadomić miastu Claxton naukowe i historyczne znaczenie tego wydarzenia, ale nikt nie był zainteresowany. Wiele osób i instytucji zgłosiło prośby (i żądania) posiadania

tego meteorytu, włącznie z Fernbank Science Center w Atlancie, ale nikt z nich nie zaproponował pieniędzy.

Smithsonian Institution także przedstawiło ofertę, ale była ona bardzo niska. Meteoryt trafił w końcu do kolekcji Jima DuPonta. Skrzynkę wyrzucono do stodoły. Po kilku miesiącach pewien niemiecki dealer meteorytów przedstawił ofertę proponując za skrzynkę kilkaset dolarów. Byłem głównym badaczem tego meteorytu i zyskałem zaufanie rodziny Caruthy Barnard. Zaproponowałem, aby zamiast pozwolić na opuszczenie kraju przez skrzynkę, zaproponuję im więcej niż ten niemiecki dealer. Obiecałem także dać skrzynkę na publiczną wystawę podając przy niej nazwisko rodziny, a na koniec zaofერować skrzynkę dla Smithsonian. Zgodzili się i zostałem właścicielem rozbitej skrzynki. Zainteresowanie wkrótce osłabło i skontaktowałem się ze Smithsonian proponując, że przekażę ją tylko za zwrotem kosztów wydatków poniesionych na wyjazdy związane z badaniami, artykuły i zdjęcia (\$1200). Stwierdzili, że ich zdaniem skrzynka jest bezwartościowa. Byłem ogromnie rozczarowany, że nie tylko odrzucili moją ofertę, ale zasugerowali, że gdybym był lojalnym Amerykaninem, to nie tylko powinienem podarować ją bezpłatnie, ale jeszcze dodać dwie małe płytki meteorytu i płytkę cienką, które były wykorzystywane do badań. Miałem tę skrzynkę przez szereg lat i kilkakrotnie prezentowałem ją na wystawach. Parę lat później zadzwonił do mnie meteorytowy dealer, Blaine Reed, który był w okolicy. Odwiedziłem go i opowiedziałem o nieprzyjemnym doświadczeniu ze Smithsonian. Od razu zainteresował się skrzynką. Wkrótce potem zaproponował mi za nią \$1500, na co się zgodziłem, i został jej nowym właścicielem. Była w jego posiadaniu przez kilka lat, a potem została wystawiona na sprzedaż za około dziesięciokrotnie więcej niż suma, jaką otrzymałem. Została szybko sprzedana, a potem odprzeda-



Fot. 1. Meteoryt Claxton i skrzynka pocztowa.



Fot. 3. Dwa widoki ważącego 1,455 kg meteorytu Claxton z widoczną skorupą obtopieniową i białym metalem, który okazał się galwanizowanym metalem ze skrzynki pocztowej.

na podobno za \$30000. Można się było spodziewać, że przy kolejnej sprzedaży jej cena znów się podwoi. W październiku 2007 zacząłem odbierać telefony od reporterów z całych Stanów Zjednoczonych na temat skrzynki i jej wystawienia na aukcję w Bonhans Gallery w Nowym Jorku 28 października 2007 r. O ile wiem, sprzedano ją za około \$82750 plus 20% prowizji. Frontowe drzwiczki skrzynki zostały chyba sprzedane osobno i ta aukcja nie obejmowała płytek meteorytu. Jeden z fragmentów meteorytu ważący mniej niż uncję, sprzedano za \$7700.

15 czerwca 2000 r. znaleziono dziwny kamień na plantacji około 6 mil na zachód od Statesboro w Georgii. Gdzieś około sierpnia 2003 r. został on zbada-ny i stwierdzono, że jest to chondryt oliwinowo-hiperstenowy L4 ważący 4,7 funta (2,2 kg). Był zwietrzały i na pierwszy rzut oka wyglądał jakby był w ziemi przez długi czas. Miał ciemną barwę i nie było widać skorupy obtopieniowej, lecz była pomarańczowa skorupa o grubości 2,5 mm. Gdy wykreślono drogę od Jacksonville na Florydzie przez Claxton do Statesboro, to wyszła całkiem prosta linia. Wielu badaczy meteorytów odrzuca taką koncepcję twierdząc, że jest to zbyt daleko od Claxton, by te meteoryty miały coś wspólnego. Różnica między L6 a L5 może być kwestią interpretacji, albo próbki badanego okazu. Chondryty typu L są bardzo pospolite, ale trzeba więcej pracy, by stwierdzić, czy jest

genetyczne pokrewieństwo. Dwadzieścia dwa lata w klimacie Georgii może zmienić znacznie wygląd meteorytu, a ten nie wygląda podobnie jak świeży fragment okazu Claxton. Prawdopodobnie jednak nie nastąpił jeszcze koniec tej opowieści.

E-mail: katiehall@yahoo.com

Bibliografia:

- Povenmire H. 1985. The Claxton, Georgia Meteorite. *Meteoritics* 20:541–544.
 Povenmire H. 1985. Twin Meteorite Falls. *Sky and Telescope* March p. 222
 Povenmire, H. 2003. *Cosmic Close En-*

counters. Blue Note Publishing, Cocoa Beach, FL.

Walters J. 1998. The Claxton Meteorite Incident. *Voyage Magazine* 2:29.

Harold Povenmire urodził się w Columbus, w stanie Ohio. W 1948 r. rozpoczął poważne obserwacje meteorów i obserwował Perseidy przez 54 kolejne lata. Zdając sobie sprawę, że tektyty z Georgii są bardzo rzadkie i że nie sporządzono mapy ich obszaru rozrzutu, podjął się tego zadania w 1970 r. Zaczepnięto z jego książki *Tektites: A Cosmic Enigma*, 2003. Zdjęcie autora z www.michaelbloodmeteorites.com/MeteoriteFriends.html.



Fot. 2. Od lewej do prawej, Don Richardson (znalazca), Hal Povenmire (autor), Wanda Morris (która także słyszała świst i trzask meteorytu) i pani Carutha Barnard (właścicielka farmy i skrzynki).

Piknik piknikowi nierówny

Na pomysł zrobienia pikniku meteorytowego podczas XII Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii w Kawęczynku wpadłem po otrzymaniu zaproszenia od organizatorów, by coś powiedzieć o meteorytach. Żadne gadanie nie zastąpi obejrzenia autentycznych kamieni z kosmosu. Do udziału dał się namówić Marcin Cimała i Krzysztof Socha, organizatorzy zaprosili także Jacka Dążkowskiego po jego udanej prezentacji meteorytów na XI OZMA, oraz Stanisława Jachymka, bo miejscowy, a Wiesław Czajka z roli uczestnika szybko przeszedł do roli prelegenta opowiadając zainteresowanym o kraterach meteorytowych ze strukturą Podlesie na czele.

Ponieważ trudno zorganizować piknik nie będąc wcześniej na miejscu, a organizatorzy OZMA mieli inne priorytety, imprezy składające się na piknik rozciągnęły się na dwa dni i miały charakter wielkiej, choć w sumie udanej improwizacji. Zaczęło się gawędą Stanisława Jachymka o szukaniu meteorytów i znalezieniu Zakłodzia, po czym pojawił się zaimprovizowany stragan z meteorytami, na którym Marcin rozłożył się z takim rozmachem, że z trudem znalazło się dla mnie miejsce. Można było oglądać meteoryty, brać do ręki, kupować, oglądać pod binokulem, rozmawiać, kupić „Nieziemskie skarby”, dostać autograf od autora... Na pytania dotyczące meteorytów odpo-

wiadali wszyscy zaproszeni goście, a dla najbardziej upartych i spostrzegawczych Wiesław Czajka zorganizował naprędce wycieczkę samochodową do struktury Podlesie. Potem piknik ustąpił miejsca najważniejszemu gościowi OZMA, gen. Mirosławowi Hermaszewskiemu, który stwierdził, że też jest meteorytem, bo spadł na Ziemię z kosmosu.



„Goście z Kosmosu” w Kawęczynku. Fot. J.D.

Drugiego dnia dominowały opowieści o meteorytach, a główną atrakcją był Krzysztof Socha z okazami Moraska i opowieściami o poszukiwaniach. Było też oglądanie podejrzanych okazów, wśród których niestety żadnego meteorytu nie zauważyłem. Nie wszyscy uczestnicy OZMA byli jednakowo zainteresowani meteorytami, ale liczba zainteresowanych zdecydowanie przewyższała liczby uczestników tradycyjnych pikników meteorytowych.

Marcin Cimała miał jednak niedosyt i postanowił zaprosić meteorycia-

rzy do siebie na tradycyjny piknik meteorytowy trzy tygodnie później. Meteorytów była podobna ilość, uczestników dużo mniej, temperatura dużo niższa, ale za to poczęstunek znakomity, a atmosfera rodzinna. Dodatkowym owocem tego pikniku było pozyskanie nowego, aktywnego członka PTM, który na spotkanie przywiózł całą rodzinę.

W rezultacie powstał spór, sprowokowany przez Marcina, czy imprezy takie jak podczas OZMA można nazywać piknikami. Z jednej strony piknik oznaczał zawsze plenerową, towarzyską biesiadę, z drugiej strony rozpowszechniło się ostatnio pojęcie pikniku naukowego, gdzie biesiada ma zdecydowanie drugorzędne znaczenie, chyba że mamy na myśli ucztę intelektualną. Impreza na OZMA miała zdecydowanie charakter pikniku naukowego.

Jak zwał, tak zwał, ale każdy rodzaj imprezy popularyzującej wiedzę o meteorytach jest potrzebny. Dlatego już teraz zapraszam do Fromborka na piknik meteorytowy podczas XIII OZMA, w sobotę, 22 sierpnia 2009 roku, który będzie międzynarodowym rokiem astronomii. Będzie to także piknik naukowy, gdzie na szeregu stoisk będą prezentowane różne zagadnienia. Szczegółowy program będzie zależał od tego, kogo uda się pozyskać do wspólnego organizowania.

Andrzej S. Pilski

Tak Dorothy, Michael Blood ma zardzewiałe meteoryty... no, miał!

William Mason III

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 14 No. 2. Copyright © 2008 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Sporo zmieniło się od czasu „Nan-tana jak czerwony tyłek” co Mike powiedział meteorytowemu światu jakieś sześć lat temu przez Internet ku zakłopotaniu Billa Masona, teraz nazywanego pieszczotliwie „Rusty”. Ta czerwona barwa była spowodowana przez znacznik ultrafioletowy, który był w przezroczystej powłoce wymaganej przez wojskową dokumen-

tację, by zagwarantować bezbłędną kontrolę. Było to znakomite dla elektroniki, ale paskudne dla meteorytów.

Zawsze obawiałem się trochę Michaela, bo ten złotousty diabeł mógł w kilka minut utrząść każdemu nosa, jeśli go sprowokować... cóż, możecie sobie wyobrazić moje zaskoczenie, gdy zadzwonił telefon i to był Mike Blood. Miał kilka meteorytów żelaznych, któ-

re wymagały leczenia... i miał zamiar przysłać je do mnie. Cóż, możecie sobie wyobrazić obawy, jakie miałem rozpakowując przesyłkę... byli to kandydaci do kostnicy i on przysłał ich do mnie?

Oto krok po kroku procedura, jaką przeszedłem, by wnieść nowe życie do przypuszczalnie martwego meteorytu żelaznego. Czy jesteśmy z Mikem przy-

jaciółmi? Poczekajmy, aż dostanie meteoryty z powrotem.

Nadużywając waszej cierpliwości zamierzam pokazać wam krok po kroku całą procedurę. Przedstawiam wam własną analizę niepowodzeń i sukcesów ku nauce, o ile zdecydujecie, że warte jest to czasu i wysiłku.

Krok 1: Inspekcja — co się dzieje z okazem?

Rdza pod powłoką. Głęboko rozkwitłe plamy rdzy na powierzchni. Głębokie pęknięcia na powierzchni. Rdza głęboko wewnątrz granic kryształów Widmanstättena. Wykończenie powierzchni dobre, przynajmniej z jednej strony. Stosowano ręczne szlifowanie; brzegi zaokrąglone.

Dokumentacja: Wypełnić arkusz roboczy, naszkicować okaz, cechy charakterystyczne, waga w gramach.

Krok 2: Usunąć starą, przezroczystą powłokę.

Użyłem zmywacz do farby, który znalazłem w sklepie z częściami samochodowymi. Był to „airplane paint stripper”, który dawał się zmyć wodą. Przy pomocy taniego pędzla pokryłem cały okaz i włożyłem go na godzinę do plastikowego woreczka. Rękami zabezpieczonymi przez nitrylowe rękawice oczyściłem każdy meteoryt twardą, nylonową szczotką pod bieżącą wodą,

a potem osuszyłem powierzchnię ściereczką.

Krok 3: Usunąć rdzę z zewnętrznej powierzchni.

Są dwa główne sposoby, by to zrobić: albo chemicznie, albo mechanicznie. Wybrałem na początek mój mały pistolet do piaskowania przy ciśnieniu 80 psi z 50% kulek szklanych. Usunął on naskorupienia rdzy bez zrobienia wgłębienia i zrobił to szybko. Potem zastosowałem chemiczne czyszczenie, kwas o specjalnym składzie (VCI-426 ciecz lub żel) nanoszony twardym, nylonowym pędzlem, czyszcząc dotąd, aż znikły wszelkie ślady rdzy.

Krok 4: Przemyć okaz antykorozyjnym roztworem płynu czyszczącego opartego na wodzie (M435). Obejrzeć.

Krok 5: Pora na przeszlifowanie meteorytu

przed trawieniem lub pokryciem przezroczystą powłoką.

Ten krok oznacza, że zamierzamy wyszlifować powierzchnię okazu usuwając wszelkie deformacje, kończąc na gradacji co najmniej 600. Zależnie od tego, jak posiadany meteoryt był przygotowany — czy przez płaskie szlifowanie czy na kole szlifierskim — czy diamentem czy karborundem — trzeba smarować M435. Jeśli są jakieś wgłębienia, trzeba użyć grubszego proszku o gradacji 120 lub 280 przed końcowym szlifowaniem proszkiem 600. Znowu trzeba przemyć okaz M435. Wysuszyć.

Krok 6: Trawienie meteorytu, by pojawiły się figury Widmanstättena.

To jest ten krok, podczas którego wychodzi całe piękno meteorytów żelaznych. Są różne kwasowe chemikalia dostępne, ale do tego zestawu wybrałem chlorek żelaza 37%. Lubię ostry kontrast figur, który on wydobywa.

WAŻNE: Przygotuj narzędzia takie jak pędzel, środki zabezpieczające takie jak rękawice nitrylowe i fartuch. Załóż okulary ochronne jeśli je masz. Wybierz płaski stół i usuń z niego wszelkie przedmioty, które mogłyby utrudniać ruchy lub stać na drodze — ponieważ będziesz się poruszać. To jest proces złożony z kilku ważnych kroków, które trzeba zrobić, jeśli oczekujesz doskonałego wyniku.

Przygotujmy stół do łatwego przechodzenia do kolejnych operacji podczas procesu trawienia. Idąc od lewej do prawej:

Twój czysty i suchy meteoryt.

Chlorek żelaza i pędzel w szklanym słoiku. Robię stojak, do którego mogę wstawiać meteoryty krawędzią do dołu, by je wytrawiać. Można użyć gwoździ tapicerskich wbitych częściowo w deskę. Robię kilka rzędów oddalonych od siebie około cala, zależnie od grubości meteorytu.

Pierwszy pojemnik (1 kwarta): neutralizer w roztworze (VCI-416).

Drugi pojemnik (1 kwarta): neutralizer w roztworze (VCI-416).

Trzeci pojemnik (1 kwarta): neutralizer w roztworze (VCI-416).

Miękka ściereczka do osuszania.

A. Rękami w rękawiczkach weź meteoryt i pokryj obie strony chlorkiem

żelaza. Pędzuj dotąd, aż będziesz zadowolony z wyniku trawienia.

B. Wypłucz meteoryt w pierwszym pojemniku z roztworem.

C. Otrząśnij i wypłucz w drugim pojemniku.

D. Otrząśnij i wypłucz w trzecim pojemniku z roztworem.

E. Sprawdź, czy nie ma resztek chlorku żelaza. Wypłucz raz jeszcze jeśli trzeba.

F. Osusz meteoryt miękką ściereczką.

G. Zostaw na powietrzu do całkowitego wyschnięcia.

Krok 7: Próżniowe odwodnienie czyli wysuszenie meteorytu.

Ten proces jest nowy dla większości meteoryciarzy głównie dlatego, że wymaga specjalistycznego sprzętu i prawdopodobnie nie jest rozumiany. Jeśli więc wytrzymacie ze mną jeszcze kilka akapitów, to wyjaśnię.

Nasz meteoryt żył wcześniej w kosmosie, w próżni. Był szczęśliwym kosmicznym wędrowcem póki nie został przyciągnięty przez pole grawitacyjne Ziemi i wtedy rozpętało się piekło. Został on ściągnięty na powierzchnię Ziemi i zagrzebany w nieprzyjaznym środowisku.

Cóż, to nagłe zatrzymanie musiało być dość szokujące dla naszego meteorytu, a popatrzcie tylko na jego nowe środowisko. Był potłuczony i popękany, a co to jest ta mokra substancja? Co gorsza brak próżni, tylko ciśnienie 14,1 funta/cal² pchające całe to paskudztwo do środka.

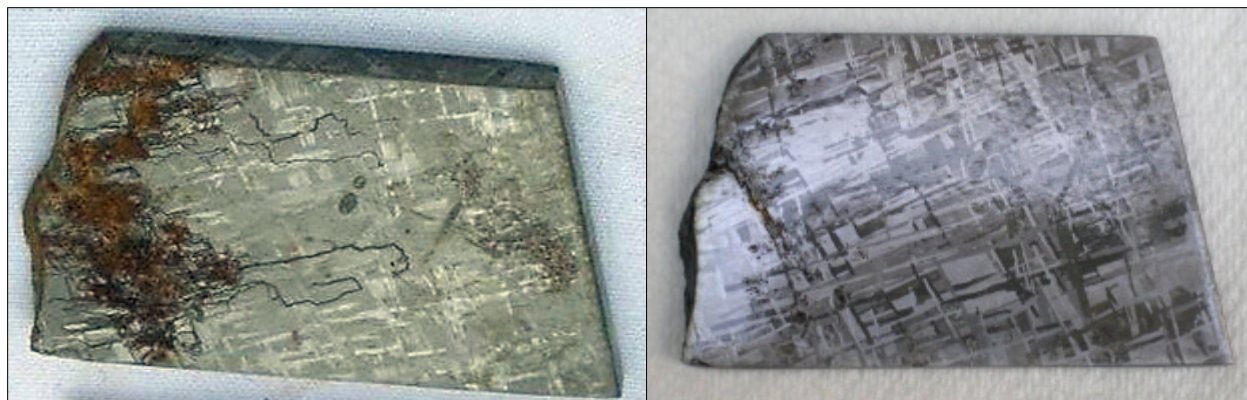
Ponieważ ten meteoryt składa się z żelaza i niklu plus kilka dodatkowych minerałów, próbuje powrócić do łatwiejszego życia jako kruszec łącząc się z wodą, tlenem, chlorem i innymi nieznanymi pierwiastkami. Ponieważ sekrety korozji galwanicznej rzucają się na naszego przybysza, doświadczy on tego, co nazywamy RDZEWIENIEM (korozją).

Teraz, skoro przeszliśmy na mój ulubiony temat, powiem po prostu, co zrobiłem z meteorytami Mike Blood'a.

Umieściłem je w pojemniku, który wstawiłem do starego pojemnika do malowania ciśnieniowego. Nałożyłem ciężką pokrywę, dokręciłem śruby i podłączyłem dobrą pompę próżniową. Jest to pompa Welch, której używam od lat, i daje ona niemal doskonałą próż-



Fot. 1. a) Płytkę Gibeon przed renowacją. b) Płytkę Gibeona po renowacji.



Fot. 2. a) Inna płytkę Gibeona przed renowacją. b) Po renowacji.



Fot. 3. a) Płytkę Ocotillo (223 g) przed renowacją. b) Po renowacji.

nię. Pozostawiłem meteority w tym środowisku przez 5 dni, aż mój mierznik powiedział mi, że jest to tak dobre, jak zamierzałem uzyskać. Jeśli była jakaś woda wewnątrz meteorytu, to już znikła.

Wyłączyłem pompę i wypełniłem wnętrze pojemnika argonem, bo był pod ręką i całkowicie suchy. Nadchodzi ostatni krok!

Krok 8: Przezroczysta powłoka meteorytu.

Używając nasz przezroczysty lakier VCI-286 zawierający VpCI, natryskiwałem go z odległości 8 do 10 cali poziomo a potem pionowo. Cała po-

wierzchnia powinna być pokryta, ale gruba powłoka NIE jest potrzebna. Pozostawiłem powłokę do stwardnienia na kilka dni.

Proszę zauważyć: Wszystkie używane chemikalia zawierają VpCI, który chroni przed korozją.

Okay — nasza opowieść jest już prawie skończona. Ważne, abyście wiedzieli, że Michael Blood ogromnie przeproszał za uwagę o „czerwonym tyłku” — mógłbym dodać, że w Denver, w obecności innych meteorytowych aficjonados. Kłaniam się pokornie — żadnej rdzy więcej — i teraz już znam całą historię.

E-mail: paleobond@popp.net

Co robi Bill Mason na co dzień? Od czego by tu zacząć? Zobaczmy: mam ukończone studia z geologii i z zarządzania, posiadam patenty na powłoki chemiczne, urządzenia mechaniczne, patenty na procesy i różne wynalazki, które zmieniły metody i materiały przemysłowe w wielu krajach. Pociąga mnie rozwiązywanie problemów. Jestem ciekaw, co sprawia, że rzeczy działają i jak uczynić je lepszymi niż je zastaliśmy. Śmieję się i kocham życie w całej pełni. Przeszedłem na emeryturę od biznesu, który sprzedałem i teraz tylko bawię się realizując pragnienie by wiedzieć więcej o wszystkim.

