

Streszczenia referatów

*Konferencja Meteorytowa
Polskiego Towarzystwa Meteorytowego,
Wrocław 2008*

Ernst Chladni i początki nowoczesnej akustyki

Źródłem prac badawczych E. Chladniego nad zjawiskami akustycznymi było zainteresowanie muzyką. Po ukończeniu uniwersytetu w Lipsku Chladni w roku 1782 powrócił do rodzinnej Wittembergi. Pracował na tutejszym uniwersytecie, a jednocześnie przeprowadzał eksperymenty z drgającymi prętami i płytami. Wpadł na pomysł posypywania ich drobnym piaskiem. Podczas drgań piasek zsypywał się do obszarów o zerowej amplitudzie, tworząc na powierzchni płyty wzory, zwane do dziś figurami Chladniego. Wyniki badań Chladni wykorzystał do konstrukcji oryginalnych instrumentów muzycznych euphonium i klawii-cylindra. Chladni badał również drgania i promieniowanie dźwięku przez kamerton.

Pobudzając strunę lub pręt smyczkiem pod bardzo ostrym kątem, Chladni zaobserwował, że wydają one dźwięk o kilka oktaw wyższy niż przy normalnym pobudzeniu. Wyjaśnił to zjawisko występowaniem drgań podłużnych. Chladni prawidłowo scharakteryzował drgania podłużne prętów jako analogiczne do drgań słupa powietrza w piszczalkach organowych oraz użył metody porównawczej do pomiarów prędkości fal podłużnych w prętach. Wyznaczył w ten sposób prędkość fal w wielu materiałach, m.in. w cynie, srebrze, miedzi, żelazie oraz w różnych rodzajach drewna. Metodę porównawczą zastosował również do pomiaru prędkości dźwięku w gazach, m.in. w tlenie, azocie, dwutlenku węgla i wodorze. Eksperymenty z gazami przeprowadził w roku 1798 w Wiedniu.

W roku 1802 Chladni wydał najważniejsze swoje dzieło, książkę „Die Akustik”. W książce tej po raz pierwszy jednolicie potraktowano zjawiska falowe w gazach i w ciałach stałych. Chladni zwrócił uwagę na nierozwiązany problem matematycznego opisu drgań płyt. Francuska Akademia Nauk ogłosiła w roku 1809 konkurs na rozwiązanie tego problemu. Nagrodę zdobyła w roku 1816 matematyczka francuska Sophie Germain, jednak poprawnie problem rozwiązał dopiero Kirchhoff kilkadziesiąt lat później.

Chladni zajmował się różnymi innymi zjawiskami akustycznymi. W czasie bitwy pod Jeną w roku 1806 przebywał on w odległej o 150 km Wittemberdze, w której słyszał odgłosy bitwy. Wyjaśniał to zjawisko rozchodzeniem się fal w gruncie. Dziś wiemy, że dochodzenie fal akustycznych do bardzo odległych punktów tłumaczy się ugięciem fal akustycznych na warstwach atmosfery o różnych temperaturach.

¹ *Institut Telekomunikacji i Akustyki, Politechnika Wroclawska, Wrocław*

Innym badanym zagadnieniem była różnica brzmienia różnych instrumentów muzycznych. Chladni tłumaczył to zjawisko występowaniem z każdym tonem dodatkowych, tzw. słabych szumów. Prawdłowo fakt ten wytłumaczył dopiero Georg Ohm w roku 1843 posługując się analizą fourierowską. Pod koniec życia Chladni zainteresował się akustyką wnętrz. Chladni prawidłowo ocenił znaczenie proporcji pomieszczenia dla jego akustyki i wyraził pochlebną opinię o projekcie sali berlińskiej Akademii Śpiewaczej. Opinia ta po realizacji projektu potwierdziła się.

Chladni duzo podróżował, wygłaszając wykłady popularyzujące jego osiągnięcia naukowe. Podczas takiej podróży do Wrocławia w roku 1827 roku Ernst Chladni zmarł.

Agnieszka DZIURDZI¹

Mineralogiczne badania osadów wokół meteorytów na terenie rezerwatu „Meteoryt Morasko”

Z terenu rezerwatu „Meteoryt Morasko” pobrano próbki, z których 16 zostało wykorzystanych do pracy magisterskiej. Próbki pochodzą z różnych części rezerwatu, m.in. z otoczenia największego meteorytu o wadze 178 kg, który został znaleziony we wrześniu 2006 r. Wstępne wyniki są obiecujące pod względem ilości materiału do dalszych badań i potencjalnych problemów badawczych. Zostały wyseparowane liczne magnetyczne fragmenty, o wielkości od 0,063 mm do 4 mm, które prawdopodobnie są mikrometeorytami. Planuje się wykonanie badań składu fazowego metodą rentgenograficzną oraz składu chemicznego metodą EDS na mikroskopie skaningowym, których wyniki zostaną przedstawione w referacie.

¹ *Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań*

Andrzej GRODZICKI¹

Uniwersytet Wrocławski w czasach Ernsta Friedricha Chladniego

Jest rzeczą istotną odpowiedzieć chociaż częściowo na pytanie, dlaczego Ernst Florens Friedrich Chladni przybył jako wykładowca na Uniwersytet Wrocławski, gdzie zmarł 3 kwietnia 1827 roku. Był już wtedy uznanym i sławnym uczonym, który jeszcze w 1809 roku demonstrował swoje wyniki badań przed Napoleonem i członkami Akademii Francuskiej. Prace Chladniego wzbudzały uznanie uczonych tej miary co Gauss, Lagrange, Weber, Kirchoff, Young, Biot, Poisson, Faraday i inni. Jest rzeczą oczywistą, że Chladni przyjął zaproszenie Uniwersytetu Wrocławskiego z uwagi na to, że była to już wtedy uczelnia o dużych tradycjach, wybitna i znana w Europie, skupiająca grono sławnych uczonych.

Chladni przybył na Uniwersytet Wrocławski w IV-tym okresie jego rozwoju, gdy w wyniku reform Wilhelma von Humboldta na fali nowych idei i poszukiwań przyjęto ściśle łączenie nauki i nauczania oraz badania naukowego przekazywanego studentom w zakresie stosowanych metod. W efekcie nastąpił w tym czasie znaczny rozwój Uniwersytetu Wrocławskiego w porównaniu z okresem III, to jest Uniwersytetem Leopoldyńskim pod względem efektywności nauczania i jakości przeprowadzanych badań naukowych. Jest rzeczą zrozumiałą, że w swoim gronie Uczelnia chciała mieć uczonego miary Chladniego.

Z konieczności, bardzo krótkie informacje odnośnie ówczesnego stanu Uniwersytetu Wrocławskiego ograniczę tylko do paru wybitnych nazwisk reprezentujących dziedzinę interesującą Chladniego. Dotyczy to fizyki, astronomii, matematyki i geologii z mineralogią.

Podstawy studium FIZYKI we Wrocławiu stworzył znakomity uczoney H. Steffens (1773–1857), późniejszy dwukrotny rektor Uniwersytetu we Wrocławiu, a potem w Berlinie. Położył on wielkie zasługi dla organizacji nauki we Wrocławiu i prawdopodobnie był inicjatorem zaproszenia Chladniego do Wrocławia. Jego następcami byli: G. F. Pohl (1789–1849), twórca powszechnie używanego aparatu do mierzenia prądu elektrycznego zwanego „wahadłem Pohla”, a jego z kolei zastąpił znakomity uczoney M. L. Frankenheim, który jako pierwszy wprowadził pojęcie sieci przestrzennej i zajmował się problemami termoelektrycznymi.

¹ *Institut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław*

W okresie późniejszym zastąpił ich G. R. Kirchoff, który uchodzi za pierwszego nowoczesnego fizyka o osiągnięciach rangi światowej.

ASTRONOMIA. Na Uniwersytecie Wrocławskim pierwszym astronomem był L. A. Jungnitz, który wyposażył obserwatorium na wieży uczelni w urządzenia własnego pomysłu, a później sprowadził nowoczesne na owe czasy przyrządy. Dotyczy to lunety o średnicy 68 mm i heliometru o średnicy 72 mm. Wykładał on fizykę eksperymentalną i prowadził zajęcia z astronomii praktycznej. Jego następcami byli: E. J. Scholtz i L. V. Bogusławski – odkrywca komety i konstruktor mikrometru dyferencyjnego oraz statywu uniwersalnego. W okresie późniejszym zastąpił ich J. G. Galle urodzony w 1812 roku. Jego działalność zapisała się wielkimi osiągnięciami w astronomii światowej. Należy do nich m.in. współodkrycie planety Neptun, 3 komet i obserwacje wewnętrznych pierścieni Saturna. Zajmował się on także obserwacją i obliczeniami torów komet i planet, obserwacją rozmieszczenia gwiazd, zjawiskiem zorzy polarnej, opracował także metodę obliczania torów meteorytów.

MATEMATYKA. W początkowym okresie wykładał ją L. A. Jungnitz, w okresie późniejszym zastąpił go P. G. Dirichlet urodzony w 1805 roku – jeden z najwybitniejszych matematyków niemieckich, uczony o randze światowej. Jego praca naukowa dotyczyła m. in. teorii liczb, teorii szeregów, rachunku całkowego i pewnych zagadnień z fizyki matematycznej. Jednym z jego następców był E. Kummer urodzony w 1810 roku, który należy do plejady najwybitniejszych uczonych XIX wieku. Przyczynił się on m.in. do powstania nowoczesnej algebry.

GEOLOGIA Z MINERALOGIĄ, które dawniej nazywały się geognozją i oryktognozją, pojawiły się na Uniwersytecie Wrocławskim już w latach 1811–1812. Pierwszym wykładowcą był K. V. Raumer urodzony w 1783 roku. Jego następcami byli: H. Steffens i E. Glocker, który stworzył własną szkołę naukową. O randze jego osiągnięć może świadczyć odkrycie 9 nowych minerałów. Nadał on także nowe, używane do dzisiaj nazwy już wcześniej poznanym minerałom.

Agnieszka GURDZIEL¹, Łukasz KARWOWSKI¹

Porównanie wietrzenia meteorytów Pułtusk i Morasko

Wietrzenie materii kosmicznej w warunkach ziemskich nie jest zbyt często poruszonym tematem. W niniejszej pracy autorzy postarają się przybliżyć proces wietrzenia różnych rodzajów meteorytów, tj. żelaznego Morasko oraz kamiennego Pułtuska. Meteoryty te pochodzą z dużych spadków, tzn. deszczów meteorytów. Pomimo podobnych warunków klimatycznych charakteryzujących obszary tych spadków, ich wietrzenie przebiega w sposób odmienny i zróżnicowany, nawet w obrębie poszczególnych fragmentów pochodzących z tego samego spadku. Znamy datę spadku meteorytu pułtuskiego, natomiast data spadku meteorytu Morasko jest nieznaną.

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem mikroskopii światła odbitego i przechodzącego, a fazy mineralne identyfikowano optycznie i dyfraktometrycznie. Główną część oznaczeń chemicznych wykonywano na mikrosondzie elektro nowej oraz przy użyciu spektrometru absorpcji atomowej.

Łącznie przebadano kilkaset próbek pochodzących z kilkudziesięciu okazów Moraska i Pułtuska. Badaniom poddano zarówno świeże fragmenty meteorytów, tj. podjęte niedługo po spadku (w przypadku meteorytu Pułtusk), jak i w późniejszych okresach, aż do odnalezionych w ciągu ostatnich kilku lat.

Głównymi produktami wietrzenia meteorytów, niezależnie od ich rodzaju, są tlenki i wodorotlenki, głównie żelaza, a w mniejszej ilości siarczki. W pierwszej kolejności następuje nasycenie ich wodorotlenkami żelaza. Wtórne fazy zaobserwowane w meteorycie Morasko to wodorotlenki Fe, niekiedy z domieszką Ni (głównie goethyt i lepidokrokite), Cl (akaganeyt) oraz inne niezidentyfikowane fazy wodorotlenków, o różnym stopniu uwodnienia. Ponadto obecne są węglany Fe (do 50% Ni), ankeryt, syderyt, kalcyt. Często spotyka się wydzielania w zwietrzelinie faz wysokoniklowych (nikiel rodzimy, awaruit) oraz siarczki Ni i Co. W strefach brzeżnych wykształcają się fazy wysokoniklowe wzbogacone w Ge (do 3,5% wag.) i Ga. Zaobserwowano również znaczne przyspieszenie wietrzenia faz mineralnych w obrębie lub w sąsiedztwie troilitu, co jest związane z obecnością jonów siarczanowych. Podobne zjawisko obserwuje się przy obecności chloru,

¹ *Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrografii, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice*

w zewnętrznych strefach meteorytu Morasko, co w sposób znaczący przyczynia się do przyśpieszenia wietrzenia.

W przypadku meteorytu pułtuskiego zachodzą zmiany powodujące powstawanie wtórnych faz wodorotlenków Fe w obrębie współcześnie znajdujących okazów. Głównym źródłem Fe są fazy metaliczne, obecne w meteorycie, jak też prawdopodobnie Fe migrujące z gleby. W porach meteorytu, jak i pustkach powstałych po rozpuszczeniu kamacytu, taenitu i innych minerałów krystalizują węglany, reprezentowane przez zasobny w Ni syderyt. W zewnętrznej strefie meteorytu powstają siarczki Fe i Ni, siarczki Ni (milleryt) oraz Ni rodzimy oraz baryt.

Wydaje się, iż oprócz zróżnicowanej budowy wewnętrznej meteorytów, bardzo istotnym czynnikiem są lokalne warunki glebowe (szczególnie chemizm i wilgotność). Wskazują na to meteoryty, które znajdowane w podobnym czasie, wykazują znaczne różnice w stopniu zaawansowania wtórnych zmian.

Analiza porównawcza ogólnego wyglądu i składu mineralnego meteorytów kamiennego i żelaznego pozwala na stwierdzenie, że meteoryty kamienne są bardziej podatne na wietrzenie, bez naruszenia faz krzemianowych. Zaobserwowano działanie ochronne meteorytów poprzez wytwarzanie lokalnie w swym obrębie środowiska redukcyjnego, co wyraźnie spowalnia procesy wietrzenia.

Tomasz JAKUBOWSKI¹, Anna KARCZEWSKA², Marcin KOZANECKI³,
Marian SZURGOT⁴, Krzysztof JAKUBOWSKI¹, Stanisław MITURA¹

Węgiel w ureilitach

Ureility należą do grupy achondrytów pierwotnych. Są to skały o strukturze gruboziarnistej, zbudowane z oliwinów oraz piroksenów (pigeonit). Meteoryty te zawierają grafit, amorficzny węgiel, oraz diament/lonsdaleit. Węgiel występuje w postaci wydłużonych wypełnień pomiędzy kryształami oliwinu lub piroksenu. Zakłada się, że diamenty w ureilitach są pochodzenia szokowego (warunki wysokich temperatur oraz wysokich ciśnień). Niektóre z nich wykazują jednak inne pochodzenie, być może powstały w fazie gazowej, pod obniżonym ciśnieniem, w procesie podobnym do metod CVD (ang. Chemical Vapour Deposition) – technologii znanych w laboratoriach na całym świecie.

W niniejszej pracy zajmujemy się kilkoma ureilitami: Sahara 98505, NWA 2634, DAG 868, NWA xxx.

Wyniki badań przeprowadzonych z użyciem mikroskopu skaningowego potwierdziły występowanie oraz charakterystyczne formy występowania węgla. Za pomocą spektroskopii Ramana zostały wykryte różne odmiany alotropowe węgla: grafit oraz diament.

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, Łódź

² Instytut Maszyn Przepływowych, Politechnika Łódzka, Łódź

³ Katedra Fizyki Molekularnej, Politechnika Łódzka, Łódź

⁴ Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki, Politechnika Łódzka, Łódź

Łukasz KARWOWSKI¹

Klasyfikacja meteorytów z Sahary

Meteoryty otrzymane do klasyfikacji pochodziły od kolekcjonera Marcina Cimały, który nabył je w Maroku. Pierwszy z nich składał się z kilku okazów, które zostały sklezione. Posiadał nazwę Sahara 99474. W literaturze nie znalazłem klasyfikacji tego meteorytu. Po pocięciu Pan Marcin dostarczył plastry meteorytu z wyraźnymi oznakami wietrzenia oraz z licznymi ciemnymi, prawie czarnymi żyłkami różnej grubości, dochodzącej do około 1 cm. Obserwacje pod lupą binokularną wskazywały, że jest to prawdopodobnie chondryt. Meteoryt zawiera stosunkowo niewiele faz metalicznych oraz troilit. Wiele faz metalicznych lub troilitu uległo niestety utlenieniu i zabarwiło znaczną część meteorytu na rdzawy kolor. Pierwszym krokiem było wykonanie szlifów cienkich i poszukanie chondr. Z pewnym trudem chondry zostały stwierdzone. W większości są to fragmenty pokruszonych chondr. Stosunkowo rzadko stwierdzałem obecność chondr, ale już bez obwódek. Wiele ziaren mineralnych w meteorycie stanowią fragmenty achondrytowe lub tak jest zamazana budowa chondrytowa, że trudno jednoznacznie ustalić stopień metamorfizmu. Sądząc po ilości zachowanych chondr przyjęto, że jest to meteoryt typu 5/6 lub 6. Niewielka ilość faz metalicznych sugeruje, że może być to chondryt typu L.

Dalszym etapem badań było ustalenie składu mineralnego, a szczególnie zawartości minerału fajalitu w oliwinach i ferrosyllitu w piroksenach. Badania te wykonywano przy wykorzystaniu mikrosondy elektronowej. Przy okazji zbadano pozostałe fazy mineralne. Stwierdzono obecność diopsydu, na ogół występującego w towarzystwie hiperstenu. Pozostałe minerały meteorytu to: apatyt, chromit, skałki typu labradoru i anortytu, kamacyt, taenit i troilit.

Klasyfikacja badanego meteorytu Sahara 99474 została przeprowadzona w oparciu o stosunki fajalitu do ferrosyllitu. Stosunek ten umiejscawia badany chondryt na polu L chondrytów zwyczajnych. Opieranie się na zawartościach żelaza jest trudne z powodu znacznego zwietrzenia meteorytu. Badany chondryt sklasyfikowano zatem jako chondryt L5/6. Pewne fragmenty mogą być sklasyfikowane jako L6.

W obrębie meteorytu stwierdzono liczne żyłki szokowe. Badania mikroskopowe i w mikro-obszarze pozwoliły na stwierdzenie w obrębie żyłek wydzieleni tkwiących

¹ *Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrografii, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice*

w kieszeniach stopowych bardzo charakterystycznego minerału szokowego ringwoodytu. Posiada on skład chemiczny oliwinu, ale stanowi jego wysokociśnieniową odmianę polimorficzną. W naszym przypadku ringwoodyt jest bogatszy wyraźnie w fajalit, niż oliwiny występujące w chondrach. Zatem stopień zszokowania meteorytu lokalnie jest bardzo wysoki. W strefach przyżyłkowych można go określić jako 6. W pozostałej części meteorytu stopień zszokowania jest mniejszy i mieści się w granicach 3–5. Meteoryt został zgłoszony do *Meteoritical Bulletin*.

Pozostałe meteoryty z Sahary były klasyfikowane podobnie. Podstawową trudnością był silny ich stopień zwietrzenia, co powodowało trudności w identyfikacji minerałów, jak też mogło powodować otrzymywanie nieco zawyżonych zawartości żelaza w oliwinach i piroksenach.

Janusz W. KOSIŃSKI¹

Czy we Fromborku jest krater meteorytowy?

W latach 60-tych ubiegłego wieku J. Pokrzywnicki nie wskazując żadnych dowodów, wysunął tezę, że 1,5 km na południe od Fromborka znajduje się krater meteorytowy. Sprawa ponownie stała się przedmiotem dyskusji w latach 70-tych XX w. za sprawą H. Korpikiewicz z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. H. Korpikiewicz wykonała analizy rozmieszczenia pyłu meteorytowego w powierzchniowych warstwach zagłębienia i stwierdziła na ich podstawie, że bez żadnych wątpliwości jest to wybuchowy krater meteorytowy o średnicy 250 m i głębokości 24 m.

W latach 1984–1994 obiekt był przedmiotem kompleksowych badań geologicznych, geomorfologicznych, geograficznych i ponownie próby określenia zawartości pyłu meteorytowego, ale w głębszych warstwach budujących go skał.

W toku tych prac nie potwierdzono zwiększonej zawartości pyłu meteorytowego w warstwach skalnych budujących obiekt, południową okolicę zagłębienia określaną dotychczas jako wał krateru rozpoznano jako kem, samo zagłębienie zdefiniowano zaś jako formę wytopiskową, związaną z ostatnim zlodowaceniem (podobnie jak cały obszar).

Nie znaleziono też żadnych innych przesłanek pozwalających uznać badany obiekt za wybuchowy krater meteorytowy (pozostałości po wybuchowej przeszłości zagłębienia, fragmenty meteorytu, zaburzenie pierwotnego układu warstw w obiekcie wodnolodowcowym itp.).

¹ *Polskie Towarzystwo Meteorytowe, Wyszaków*

Jolanta MUSZER¹, Joanna HAYDUKIEWICZ¹

Meteoryty a masowe wymierania w historii Ziemi

Sformułowana przez Cuviera w XIX wieku teoria katastrofizmu ponownie wróciła w XX wieku jako nurt zwany neokatastrofizmem geologicznym, według którego za epizody masowych wymierań organizmów odpowiedzialne były katastrofy o globalnym zasięgu (np. intensywny wulkanizm, transgresje i regresje oceanów, zmiany klimatyczne, upadki olbrzymich bolidów). Istnieją także modele kryzysów biotycznych o charakterze „kroczącym”. Gorącą dyskusję o roli impaktów meteorytów, jako czynników inicjujących katastrofalne zmiany w ekosystemach pobudziły wyniki Alvareza i współautorów. Do podstawowych dowodów geologicznych świadczących o upadku obiektów pozaziemskich należą: krater, brekcje impaktowe, tektyty, kwarc szokowy oraz zwiększona zawartość pierwiastków z grupy platynowców.

Wśród wielu kryzysów biotycznych w fanerozoiku, wydzielono tzw. „wielką piątkę masowych wymierań”. Wydarzyły się one w późnym ordowiku, późnym dewonie oraz pod koniec permu, triasu i kredy. Charakteryzowały się krótkim czasem trwania (najwyżej 2–3 mln lat, niekiedy kilkaset tysięcy lat) oraz dużą dynamiką (unicestwiono ponad połowę istniejących wówczas rodzajów organizmów).

Wymieranie w późnym ordowiku (około 445 mln lat temu) objęło przede wszystkim graptolity, ramienionogi, trylobity, mszywioly, konodonty. Łącznie wyginęło około 57% ówczesnych morskich rodzajów. Powszechnie za jego przyczynę uważa się zmiany klimatyczne (globalne ochłodzenie i zlodowacenie) oraz regresję i anoksję. Dotychczas nie udało się przedstawić jakichkolwiek dowodów na związek tego wymierania z impaktem meteorytu.

Wymieranie późnodewońskie (około 375 mln lat temu) miało miejsce na przełomie franu i famenu. Wymarło wówczas około 57% rodzajów i 80% wszystkich gatunków. Kryzys dotknął szczególnie organizmy rafotwórcze (koralowce, stromatoporoidy) a także wiele rodzin trylobitów, ramienionogów, konodontów i amonitowatych. Zupełnie wyginęły m.in. atrypidy, tentakulity, pęcherzowce. Pierwszym, który zasugerował impakt meteorytowy, jako przyczynę tego wymierania był McLaren w 1970 r. Późniejsze badania doprowadziły do udokumentowania wielu śladów impaktów późnodewońskich, m.in. w Australii (krater Woodleigh, średnica 40 km), Chinach (anomalia irydowa, mikrosferule), Szwecji (krater Siljan, śred-

¹ Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław

nica 52 km), Belgii (mikrotektyty) i Kanadzie (krater Charlevoix o średnicy 46 km) i USA (krater Flynn Creek o średnicy 4 km). Jedynie niektóre ślady z Chin korelują się z granicą frańsko-fameńską, pozostałe świadczą o wielokrotnym upadku meteorytów przed i po kryzysie.

Największe wymieranie w historii Ziemi nastąpiło z końcem permu (ok. 251 mln lat temu). Objęło ono ponad 80% rodzajów, w tym około 96% ówczesnych gatunków i doprowadziło do unicestwienia trylobitów, koralowców rugozowych i tabulatów, goniatytów, wielu grup mikro-skamieniałości, ramienionogów, szkarłupni, kręgowców i roślin lądowych. Początkowo w zapisie skalnym z tego czasu nie znaleziono struktur poimpaktowych, dlatego też za przyczyny kryzysu uznawano zmiany klimatu, regresję oceanów, anoksję i wzmożony wulkanizm (np. na Syberii). Badania ostatnich lat prowadzone w Antarktyce i Chinach przyniosły wiele dowodów potwierdzających hipotezę impaktu, m.in. obecność metalicznych ziaren pochodzenia kosmicznego, kwarcu szokowego, fullerenów z pozaziemskimi gazami oraz krateru w Wilkes Land (Antarktyka) o średnicy prawie 500 km. Rozmiar meteorytu oszacowano na około 40–50 km średnicy, a skutki jego upadku musiały być ogromne. Być może zapoczątkowały tworzenie się ryftu między kontynentem australijskim a Antarktyką. Obecnie genezę meteorytową przyjmuje się też dla kolistej struktury Bedout na północno-zachodnim wybrzeżu Australii.

Wymieranie z końcem triasu (około 201 mln lat temu) objęło około 53% rodzajów i 78% ówczesnych gatunków, w tym wszystkie konodonty i wiele gadów. Przyczyny tej katastrofy biotycznej nie są jednoznacznie określone. Wśród najbardziej prawdopodobnych wymienia się zmiany klimatu, wulkanizm, zmiany poziomu mórz, a także impakt meteorytu. Za ostatnią hipotezą przemawia znaleziony w Kanadzie krater meteorytowy Manicouagan, o średnicy ponad 70 km, datowany na późny trias, być może nawet kilkanaście milionów lat przed rozpoczęciem wymierania oraz niewielka anomalia irydowa. Do tej pory w osadach z końca triasu nie znaleziono innych struktur poimpaktowych.

Wymieranie z pogranicza kredy i paleogenu (ok. 65 mln lat temu) objęło około 75% ówczesnych gatunków i trwało około 10–100 tysięcy lat. W jego efekcie ostatecznie wymarły amonity, belemnity, dinozaury, wiele grup makro- i mikrofauny oraz roślin lądowych. Na pograniczu osadów kredy i paleogenu w wielu miejscach na kuli ziemskiej odnotowano wyjątkowo wysoką koncentrację irydu. Anomalia taka według Alvareza świadczy o upadku wielkiego meteorytu, o średnicy około 10 km. Dodatkowymi dowodami były mikrotektyty, mikrokrystyty i kwarcy szokowe. W 1991 r. w osadach górnej kredy w rejonie Chicxulub (półwysep Jukatan) odkryto krater meteorytowy o średnicy ok. 170 km. Upadek tego meteorytu początkowo uznawano za przyczynę późnokredowego kryzysu biotycznego. Najnowsze datowania wskazują jednak, iż poprzedził on wymieranie późnokredowe o około 300 tys. lat, tak więc krater meteorytu, który spowodował ten kryzys czeka jeszcze na odkrycie. Wielu badaczy wiąże to wymieranie również z intensywnym wulkanizmem.

W geologicznej przeszłości Ziemi wielokrotnie występowały impakty meteorytów. Wiele z nich można skorelować z masowymi wymieraniami organizmów, ale

nie były one ich jedyną przyczyną. Obecnie teoria impaktów meteorytów ma zastosowanie w przypadku czterech z pięciu wielkich wymierań z przeszłości geologicznej, tj. z późnym dewonem, końcem permu, triasu i kredy. W przypadku tych trzech ostatnich wydaje się, iż zarówno impakty, jak i wulkanizm odegrały ważną rolę. Stopniowo przechodzi się także od koncepcji nagłego zdarzenia i katastroficznego wymierania do kryzysu biotycznego rozciągniętego w czasie.

Andrzej MUSZYŃSKI¹, Łukasz KARWOWSKI², Ryszard KRYZA³, Andrzej S. PILSKI⁴

Aktualny stan badań nad meteorytem Morasko

Referat nawiązuje do prac prowadzonych w ramach projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Informatyzacji nr N N307 3533 33.

Duża liczba okazów meteorytów żelaznych znajdujących w rejonie Moraska tłumaczona jest przez dwie hipotezy: (a) „bezpośredniego” deszczu meteorytów kilka tysięcy lat temu, (b) deszczu meteorytów przed końcem ostatniego zlodowacenia, przetransportowania meteorytów przez lodowiec i osadzenia ich na morenie czolowej.

Podstawowym zagadnieniem jest odpowiedź na pytanie, czy wszystkie znalezione meteoryty mają taką samą budowę i wspólne pochodzenie, czy też mogły spaść w różnym czasie i pochodzić z różnych ciał niebieskich. Dotychczas dostępne dane pochodzą z pojedynczych małych próbek, a wnioski z nich są ekstrapolowane na cały deszcz meteorytowy. Przewiduje się wykonanie analiz mineralogicznych i chemicznych zróżnicowanych fragmentów meteorytów, jak i szczegółowe badania mineralogiczne nodulek troilitowo-grafitowych z krzemianami i nodulek fosforanowych, pospolitych w omawianych meteorytach.

¹ *Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań*

² *Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrografii, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice*

³ *Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław*

⁴ *Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku, Frombork*

Krzysztof OWOCKI¹

Reklasyfikacja chondrytu zwyczajnego Sahara 02500

Chondryt Sahara 02500 (znany też jako Wadi Mellene) jest chondrytem zwyczajnym sklasyfikowanym jako brekcja L3-L6. Pięć okazów wyżej wymienionego meteorytu, sklasyfikowanych jako chondryt zwyczajny L3, została sprzedana polskiemu kolekcjonerowi Andrzejowi Pilskiemu. Celem przeprowadzonych badań jest reklasyfikacja wyżej wymienionego chondrytu i określenie różnic między okazami pochodzącymi z tego samego spadku.

Pięć okazów o masie od 16 do 155 gramów posiada czarno-brązową skorupę obtopieniową. Opis petrograficzny i ocenę stanu szokowego wykonano przy pomocy mikroskopu petrograficznego. Stopień zwietrzenia oszacowano przy użyciu mikroskopu kruszcowego, zaś skład i klasyfikację geochemiczną przeprowadzono z wykorzystaniem Mikrosondy Elektronowej (EMP) w Warszawie.

Stwierdzono wyraźne różnice zarówno strukturalne, jak i teksturalne w badanych okazach. Poszczególne meteoryty różnią się typem chondr dominujących w szkielecie. Na przykład w okazach nr 3 i 4 dominują chondry oliwinowe, porfirowe (PO) oraz chondry porfirowe, oliwinowo-piroksenowe (POP), podczas gdy w okazach nr 2 i 5 przeważają chondry radialne, piroksenowe (RP).

Dwa chondryty wykazują częściowe zbrekcjowanie, a w innym (okaz nr 2) stwierdzono kieszeń wypełnioną nieprzezroczystym materiałem z uwięzionymi mikrokrystalami oliwinów i sferulkami metalicznego stopu.

Obserwacje w płytkach cienkich wykazały brak szkliwa zarówno w tle chondr, jak również w matriks meteorytów. W dwóch okazach stwierdzono jedynie obecność kilku zdewitryfikowanych chondr, co poddaje w wątpliwość prawidłowość klasyfikacji badanych chondrytów jako przedstawicieli klasy L3.

Wszystkie okazy charakteryzują się niskim stopniem zwietrzenia (W1–W2), widocznym w świetle odbitym jako obwódki tlenkowe w obrębie metalicznego stopu, którego zawartość waha się w poszczególnych okazach od 4 do 7%. Wszystkie badane próbki wykazują bardzo niski stopień szoku impaktowego lub jego brak (S1–S2), widoczny w płytkach cienkich jako nieregularne pęknięcia struktury i faliste wygaszanie światła w oliwinach i piroksenach.

¹ Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań

Magdalena PILSKA-PIOTROWSKA¹

Kolekcjonerstwo meteorytów w Polsce

Zainteresowanie meteorytami w Polsce pojawiło się niemal równocześnie z uznaniem przez uczonych zachodniej Europy, że kamienie mogą spadać z nieba i są godne poważnych badań naukowych. Ich badaniem i opisywaniem zajmowano się od początków XIX stulecia przede wszystkim na Uniwersytecie Wileńskim, gdzie wśród kolekcji minerałów powstał także zbiór meteorytów. Zbiory takie powstawały także na innych uniwersytetach na ziemiach polskich. O tym, że meteoryty znajdowały się również w prywatnych kolekcjach, możemy wnioskować głównie na podstawie darowizn, jakie ich właściciele czynili na rzecz zbiorów uniwersyteckich. Wyjątkiem była jedna z największych w owym czasie na świecie kolekcji meteorytów Juliana Siemaszki, o której wiemy dzięki katalogowi wydawnemu przez niego w 1886 roku w języku rosyjskim, angielskim, niemieckim i francuskim. Do tworzenia zbiorów przyczynił się m.in. deszcz meteorytów w okolicach Pułtuska w 1868 roku, z których wiele trafiło do zbioru ówczesnej Szkoły Głównej (później Uniwersytetu Warszawskiego), a także do różnych zbiorów prywatnych.

Po katalogu Siemaszki nie publikowano w Polsce katalogów meteorytów, aż do katalogu Jerzego Pokrzywnickiego, który ukazał się w 1964 roku i obejmował kolekcje placówek naukowych i tylko dwa skromne zbiory prywatne. W ostatnim dwudziestoleciu nastąpił ogromny wzrost zainteresowania kolekcjonowaniem meteorytów wśród osób prywatnych, co dało się zauważyć w następnych katalogach meteorytów w zbiorach polskich opublikowanych w 1995 i 2001 roku przez Andrzeja S. Pilskiego. Obecny stan zbiorów przedstawia katalog internetowy na stronie Polskiego Towarzystwa Meteorytowego: www.ptmet.org.pl.

¹ *Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku, Frombork*

Andrzej S. PILSKI¹, Łukasz KARWOWSKI², Jacek SIEMIĄTKOWSKI³

Reklasyfikacja meteorytu Pułtusk

Po wprowadzeniu klasyfikacji petrograficzno-chemicznej Van Schmusa i Wooda meteoryt Pułtusk został sklasyfikowany jako chondryt zwyczajny H5. Jednak już A. Manecki w 1972 roku stwierdził występowanie ksenolitów typu H4 w badanym okazie. W innym analizowanym okazie podobne zróżnicowanie zaobserwował J. Siemiątkowski w 2004 roku.

Przeгляд kilkunastu dostępnych przekrojów okazów tego meteorytu pokazał, że część z nich ma strukturę jednorodną typu H5, czy może nawet H6, a część ma teksturę brekcjonową z fragmentami od typu H3 do stopu pozderzeniowego oznaczonego czasem H7. Pod tym względem Pułtusk wykazuje duże podobieństwo do chondrytu Zag, sklasyfikowanego jako brekcja regolitowa H3-6. Do brekcji regolitowych zalicza Pułtusk Stöffler, przyznając mu stopień szokowy S3 i wskazując na występowanie żyłek i kieszeni stopu.

Klasyfikowanie chondrytów o teksturze niejednorodnej stwarzało problemy, które dawniej rozwiązywano wybierając typ dominujący w większości fragmentów, a obecnie przyjęło się podawanie przedziału typów petrograficznych występujących w różnych okazach. Warto więc określić taki przedział dla Pułtusk po zbadaniu większej liczby okazów.

¹ Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku, Frombork

² Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrografii, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice

³ Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Dolnośląski, Wrocław

Tadeusz A. PRZYLIBSKI¹, Ryszard KRYZA², Andrzej S. PILSKI³

Klasyfikowanie chondrytów zwyczajnych – kolejność prac, metody badań, sprawy formalne i inne problemy

Klasyfikowanie ułatwia naszemu gatunkowi porządkowanie wiedzy w określonym zakresie, a co za tym idzie ułatwia zapamiętywanie informacji o otaczającym nas środowisku, dlatego też istnieją klasyfikacje praktycznie wszystkiego, w tym także chondrytów zwyczajnych. Współczesna klasyfikacja chondrytów zwyczajnych jest rozwinięciem schematu zaproponowanego przez Van Schmusa i Wooda w 1967 r., którego podstawą jest skład chemiczny, mineralogia oraz petrografia (cechy strukturalne i teksturalne) charakteryzowane z wykorzystaniem mikroskopów petrograficznych i mikrosondy, a także innych standardowych metod służących określeniu uśrednionego składu chemicznego całej skały. Jedna lub dwie wielkie litery oznaczają typ chemiczny (H, L, LL), a dodana do nich cyfra (od 1 do 7) określa typ petrologiczny. Dlatego też klasyfikując, czyli dopasowując do istniejącego schematu nowe znajdowane okazy opieramy się przede wszystkim na wynikach badań chemicznych („bulk chemistry”), a także mikrochemicznych oraz petrograficznych i mineralogicznych w zakresie podstawowym. Zaletą takiego podejścia jest prostota, a więc możliwość wykonywania klasyfikacji przez studentów końcowych lat studiów kierunków nauk o Ziemi i Wszechświecie, co ma niebagatelne znaczenie wobec liczby okazów wymagających sklasyfikowania (zwłaszcza wśród chondrytów zwyczajnych). Podstawową wadą tego systemu jest natomiast oparcie go na modelu warstwowej budowy ciał macierzystych chondrytów („onion-shell”), który jest zbyt uproszczony i dlatego stwarza trudności, szczególnie przy klasyfikowaniu chondrytów o brekcjowej budowie, których geneza pasuje raczej do modelu budowy planetoid typu „rubblepile”.

Stosowanie najprostszych metod badań chemicznych oraz mineralogicznych i petrograficznych powoduje wiele niejednoznaczności i nieprecyzyjności w klasyfikowaniu poszczególnych okazów. Podobny efekt wprowadza również brak precyzyjnego i jednoznacznego zdefiniowania niektórych kryteriów, zwłaszcza petrogra-

¹ Instytut Górnictwa, Politechnika Wroclawska, Wrocław

² Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wroclawski, Wrocław

³ Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku, Frombork

ficznych i mineralogicznych. W przewycięzeniu tych trudności pomaga, aczkolwiek nie niweluje ich zupełnie, doświadczenie badacza klasyfikującego chondryt.

Proces klasyfikowania kończy formalne zatwierdzenie wyników badań „klasyfikacyjnych” przez Komisję Nazewnictwa Meteoritical Society w USA i opublikowanie ich w *Meteoritical Bulletin*. Jednakże klasyfikowanie meteorytów, w tym i chondrytów zwyczajnych, z konieczności w wielu aspektach wymaga stosowania skrótów i uproszczeń, przez co pozbawia osoby dokonujące klasyfikacji meteorytu możliwości przedstawienia wielu cech niepowtarzalnych każdego okazu. Zatem klasyfikacja chondrytu zwyczajnego i każdego innego meteorytu powinna być początkiem, a nie końcem jego badania. Niestety brak jest możliwości publikowania szerszych opisów chondrytów zwyczajnych, które mogą w istotny sposób przyczynić się do uzupełnienia lub zmian w przyjmowanych do tej pory modelach tworzenia się chondr, chondrytów i ich ciał macierzystych. Takich charakterystyk, zwłaszcza w odniesieniu do chondrytów zwyczajnych praktycznie nie przyjmują do publikacji żadne światowe czasopisma naukowe. Stwarza to znaczne trudności w budowaniu nowych, być może bardziej przystających do rzeczywistości modeli formowania się wczesnego Układu Słonecznego i stwarza pozory, że o tym typie meteorytów wiemy już praktycznie wszystko. Zdaniem autorów jednakże warto jest gromadzić szczegółowe charakterystyki także chondrytów zwyczajnych, gdyż poprzez ich porównywanie można odkryć prawidłowości, które często pozostają niedostrzegalne w przypadku badań pojedynczych okazów.

Józef ROSIECKI¹

Meteory a radiokomunikacja z ich wykorzystaniem w służbie amatorskiej

W referacie podjęto próbę ukazania członkom Polskiego Towarzystwa Meteorytowego związku pomiędzy przedmiotem ich zainteresowań, a prowadzeniem łączności radiowych z wykorzystaniem meteorów. Zwornikiem tego związku jest właśnie materia z kosmosu w postaci meteoroidu przekształcającego się w meteoryt, jak też w meteor, tworzący „lustro” z silnie zjonizowanej tej samej materii, umożliwiające komunikację na znaczne odległości za pomocą odbitych od niego fal radiowych. Meteoryt w razie jego odnalezienia daje satysfakcję kolekcjonerom meteorytów, natomiast meteor daje satysfakcję radioamatorom.

Nadto omówiono w sposób popularny kilka zagadnień z zakresu podstawowych wiadomości o rozchodzeniu się fal radiowych, widmie częstotliwości radiowych, jego podziale i przeznaczeniu, formowaniu sygnału radiowego, techniki operatorskiej pod kątem łączności MS (Meteor Scatter) lub inaczej MBC (Meteor Burst Communications) dla osób nie wprowadzonych w tajniki krótkofalarstwa. Cel opracowania zostanie osiągnięty, jeśli choć trochę pozwoli członkom Towarzystwa na szersze spojrzenie w niewidzialną część (fale radiowe) gwiazdami usianego nieba.

¹ *Polski Związek Krótkofalowców, Rzeszów*

Marcin SIEPAK¹, Andrzej MUSZYŃSKI¹, Karel NOVOTNY², Tomáš VACULOVÍČ²

Roztwory wyphywające z wietrzejącego meteorytu Morasko

Do analizy chemicznej pobrano próbkę wody o objętości 2,0 ml. W związku z tym, że próbka zawierała części stałe meteorytu, dokonano ich rozpuszczenia z wykorzystaniem kwasu fluorowodorowego. Następnie z pozostałej próbki usunięto całkowicie wodę na drodze liofilizacji, pozostały okruchy meteorytu o masie 0,5 g, rozpuszczono w kwasie fluorowodorowym. Tak przygotowane próbki poddano analizie chemicznej. Dokonano oznaczeń Fe, Ni, Mn, Pb, Cu, Zn, Ni, Al i Cr z wykorzystaniem techniki indukcyjnie wzbudzonej plazmy z detekcją emisyjną (ICP-AES). Na podstawie uzyskanych wyników w badanych próbkach stwierdzono przewagę stężeń żelaza i niklu w stosunku do pozostałych oznaczanych pierwiastków.

¹ *Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań*

² *Faculty of Science, Masaryk University, Brno, Czech Republic*

Wojciech T.J. STANKOWSKI¹

Nowe dane o czasie upadku meteorytu Morasko

Wciąż dyskutowana geneza zagłębień na terenie rezerwatu „Meteoryt Morasko” oraz teoretycznie możliwe pochodzenie moraskiej materii metalicznej, jako swojego rodzaju eratyków, zyskało kolejny argument na rzecz lokalnego upadku. Cztery znalezione w 2006 roku duże bryły metalu posiadały zwięzłą skorupę o grubości od kilku milimetrów do niemal 10 cm (w obrębie głębokich nisz ablacyjnych). Genezę skorupy wypada wiązać z oddziaływaniem na mineralne podłoże ciepła upadających meteorytów oraz z późniejszymi procesami wietrzeniowymi. Materiał tych spiekowo-wietrzeniowych skorup poddano datowaniom termo-luminescencyjnym (TL). Wyniki pomiarów (4,7–6,1 tys. lat BP) okazały się bardzo zbliżone z rezultatami datowań radiowęglowych i palinologicznych w obrębie moraskich kraterów, a także określonych wiekowo warstw torfów wypełniających wytopiska usytuowane względnie blisko rezerwatu.

¹ *Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań*

Marcin STOLARZ¹, Zbigniew TYMIŃSKI²

Planowanie i organizacja wypraw poszukiwawczych

Kluczem do sukcesu w poszukiwaniu meteorytów jest szczęście, któremu pomaga dobra organizacja i zgrana ekipa poszukiwawcza. Wyprawy w miejsca znalezisk należy starannie planować i precyzyjnie wyznaczyć obszary, w których można znaleźć meteoryty z największym prawdopodobieństwem. Wyprawy do miejsc meteorytów „świeżo” spadłych wymagają szybkiej organizacji (czas zawsze działa na niekorzyść poszukiwacza) oraz współpracy ekip poszukiwawczych przy określaniu obszaru rozrzutu.

Przed przystąpieniem do poszukiwań kluczowym zagadnieniem jest wywiad z ludnością zamieszkującą obszar spadku, czy znaleziska. Na podstawie relacji świadków oraz współrzędnych znalezisk (i ich mas) można określić kierunek lotu meteorytu i przejść do bardziej systematycznych poszukiwań w terenie.

W zależności od szerokości geograficznej oraz rodzaju znajdowanych meteorytów (świeży spadek lub wyprawa w miejsca starych znalezisk) należy kierować się różnymi przesłankami w organizacji wyprawy:

- Północna i środkowa Europa – stare meteoryty transportowane przez lodowiec (np. Muonionalusta, Morasko(?)) – poszukiwania należy prowadzić biorąc pod uwagę formy geomorfologiczne o pochodzeniu lodowcowym, w szczególności obszary moren czołowych. Należy zwracać uwagę na materiał (środowisko), w którym występują meteoryty. Zalecane poszukiwania z wykrywaczem.
- Niedawne spadki, Europa (np. Pułtusk, Łowicz) – poszukiwania w terenie głównie z wykrywaczem metali (dobre oko i magnes też się czasem sprawdzają). Kluczowym jest ustalenie obszaru spadku i możliwie dokładne określenie miejsc znalezienia okazów na podstawie map historycznych, a następnie własnych znalezisk. Jeżeli istnieją dane z sieci bolidowej należy sprawdzić je w pierwszej kolejności.
- Znaleziska z gorących pustyń (Półwysep Arabski, Północna Afryka). Kluczowym jest bardzo dokładne opracowanie trasy (niemal kilometr po kilome-

¹ Warszawa

² Polskie Towarzystwo Meteorytowe, Otwock

trze). Podstawą do wyznaczania trasy powinna być analiza oficjalnych (i własnych) znalezisk, łączenie ich w obszary prawdopodobnych spadków oraz analiza terenu i jego dostępności dla samochodów terenowych. Trasa powinna przebiegać wzdłuż wyznaczonych obszarów, aby zwiększyć prawdopodobieństwo znalezienia meteorytu. Ważnym aspektem jest również pozycja słońca podczas poszukiwań na pustyni oraz dostępność wody i paliwa.

W przeciągu ostatnich lat zorganizowanych było wiele wypraw poszukiwawczych, które skutkowały sporą ilością znalezionych okazów. Meteoryty znajdowane były we wszystkich strefach klimatycznych. Spektrum znalezisk rozciąga się od świeżego spadku chondrytu węglistego, poprzez mniej lub bardziej zwietrzałą materię chondrytową (w tym również prawdopodobnie chondryty węgliste), materię achondrytową (najprawdopodobniej howardyty, eukryty, być może meteoryty z Księżyca oraz Marsa), także mezosyderyty oraz meteoryty żelazne. Sumaryczna waga wszystkich znalezisk to około 200 kg, ponad tysiąc fragmentów (największe okazy przekraczały 10 kg).

Oprócz wspaniałej zabawy przy organizacji i realizacji wypraw, udało się zebrać sporo danych, które ulegać będą stopniowej i systematycznej analizie. Systematyczne zaznaczanie znalezisk na mapie pozwoliło na obserwację niejednorodności w rozkładzie okazów i ich mas na obszarze spadku (np. pasy i wstęgi prostopadłe do osi przelotu). Zapewne pomoże to w lepszym zrozumieniu oraz szacowaniu rozmiaru (skali) deszczu meteorytowego (np. meteorytu Pułtusk, Łowicz), jego masy i liczby sztuk, co może przyczynić się do opracowywania dokładniejszych modeli dynamiki spadku. Zebrany materiał został skatalogowany i zabezpieczony. Będzie on udostępniany do badań oraz wystaw w miarę możliwości i potrzeb.

Grzegorz UŚCINOWICZ¹

Metaliczne sferule w osadach kenozoiku – występowanie i problem zanieczyszczeń antropogenicznych

Stały opad materii pozaziemskiej na powierzchnię globu odznacza się dużą różnorodnością wielkości docierającego materiału oraz zmienną przestrzenną koncentracją. Najbardziej spektakularne są spadki dużych brył meteorytowych przyczyniających się do powstania kraterów. Niemal niezauważalny jest znacznie obfitszy opad najdrobniejszej materii pyłowej. Największym udziałem w obrębie docierającej materii cechuje się materia kamienna, ale poza nią występuje także opad materii magnetycznej względnie łatwo identyfikowalnej w osadach.

Badania materii pochodzenia pozaziemskiego dają szansę na poznanie historii powstania Układu Słonecznego oraz budowy wnętrza naszej planety. Metaliczną materię zachowaną w osadach należy postrzegać jako zapis gwałtownych wydarzeń kosmicznych, takich jak upadki meteorytów. Badania upadków zarówno gruboziarnistej, jak i drobnoziarnistej materii mogą też prowadzić do sporządzenia opracowań stratygraficznych o regionalnym zasięgu. Wzbogacenie różnych osadów w metaliczne sferule może być przesłanką do korelowania ich na znacznym obszarze. Czyni to badania nad materią pozaziemską potencjalnie kolejnym narzędziem (markerem) możliwym do wykorzystania w datowaniach względnych.

Materia pozaziemska jest znajdowana zarówno w wyższych partiach atmosfery, jak i na lądach (w skałach, lodach lodowców) oraz w osadach dennych oceanów. W ramach niniejszego opracowania główny nacisk położony jest na drobnoziarnistą frakcję tzw. sferul. Sferule są to sferyczne lub elipsoidalne obiekty powstające w wyniku ablacji materii kosmicznej wchodzącej w atmosferę ziemską.

W osadach mogą również występować domieszki pyłów, których charakter wykazuje cechy kulek kosmicznych. Jednakże ich geneza jest związana z procesami „ziemskimi”, zarówno naturalnymi, jak i antropogenicznymi. Do podgrupy zanieczyszczeń naturalnych zalicza się przede wszystkim pyły wulkaniczne. Natomiast do podgrupy zanieczyszczeń antropogenicznych należą pyły powstałe jako efekt działalności przemysłowej człowieka (wynik spalania paliw stałych, uboczny produkt spawania).

¹ Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań

Problematyczną kwestią jest możliwość występowania antropogenicznych zanieczyszczeń w osadach kopalnych. O ile rzeczą oczywistą jest możliwość występowania naturalnych „zanieczyszczeń” w postaci pyłów wulkanicznych, o tyle autor nie widzi możliwości przenikania pyłów przemysłowych do głębokich warstw osadów. Nie dostrzega się naturalnych procesów umożliwiających migrację sferul przemysłowych w głąb profilu. Możliwe jest natomiast występowanie pyłów antropogenicznych w powierzchniowych warstwach osadów. Dlatego też w opinii autora należy unikać, bądź zachować szczególną ostrożność w separowaniu pyłów kosmicznych z osadów najmłodszych, podatnych na czynniki antropogeniczne.