

OLSZTYŃSKIE PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE
POLSKIE TOWARZYSTWO METEORYTOWE
II SEMINARIUM METEORYTOWE
24-26.04.2003 OLSZTYN

Wojciech STANKOWSKI¹, Rafał DERDOWSKI¹

**METALICZNE SFERULE ZE STROPOWEJ CZĘŚCI PROFILU
CHRUSTOWO-OBJEZIERZE – MATERIA POZAZIEMSKA CZY
ANTROPOGENICZNA**

W piśmiennictwie istnieje sporo doniesień o występowaniu metalicznych sferulek/mikrometeorytów w skałach osadowych różnej genezy i wieku. Problematyka ta była również podejmowana w odniesieniu do utworów czwartorzędowych, gdzie obecność sferul łączono z upadkami meteorytów i/lub opadem pyłu kosmicznego (np. Manecki, Skowroński 1970 Hurnik, Korpikiewicz, Kuźmiński 1976, Shimanovich, Kolosova, Raukas, Tiirmaa 1993, Shimanovich, Kolosova, Raukas 1995, Hurnik, Hurnik 1997, Raukas 1997, Deutsch, Greshake, Pesonen, Pihlaja 1998, Toft, Aus, Ricke, Davis, Moseman, Annexstad, Melchior 1998, Kettrup, Deutsch, Pesonen 2000, Raukas 2000, Kettrup, Deutsch 2001, Kettrup, gersonde, Deutsch 2002).

Sferule to kuliste bądź elipsoidalne, silnie magnetyczne okruchy o metalicznym połysku, charakteryzujące się brakiem przejrzystości. Barwa sferul w świetle odbitym jest czarna lub szara, przy czym w niektórych przypadkach stwierdzono występowanie zewnętrznych, czerwonych nalotów. Ich rozmiary mieszczą się w przedziale od kilkunastu do kilkuset mikronów, przy czym najczęściej mają średnice od 100 μm do 200 μm . Struktura materiału jest zmienna: szkieletowa, dendrytyczno-szkieletowa, kseno- i hipautomorficzna. Także tekstury cechują się różnorodnością, przyjmując postaci masywne lub porowato-masywne. Skład chemiczny sferul/mikrometeorytów odpowiada minerałom z szeregu magnetytu-magnesioferrytu z niewielkimi domieszkami Ni, Cr, Al, Ti i Mn. Wskaźnikiem o ich pozaziemskim pochodzeniu jest zawartość Ni. Znaczącą zawartość niklu, sięgającą 1,89% NiO stwierdzono jedynie w sferulach pochodzących z skał osadowych formacji Satakunta. Nie wykazano natomiast obecności Ni w sferulach znajdujących np. w utworach karbonu górnośląskiego, gdzie skład chemiczny odpowiadał magnetytowi/hematytowi bądź złożonym formom o budowie charakteryzującej się występowaniem agregatów zbudowanych z żelaza rodzimego, troilitu oraz stopów ołowiu. Odwołanie się w tym miejscu do cech sferul spotykanych w bardzo starych skałach nie jest przypadkowe. Wypada bowiem przyjąć za bardzo mało prawdopodobne, aby tamte sferule były pochodzenia antropogenicznego i dostały się do wymienionych skał wskutek wtórnych procesów „infiltracyjnych”. Stąd i w młodych osadach można oczekiwać obecności sferul naturalnych – pozaziemskich, o skła-

¹ Instytut Geologii UAM, Maków Polnych 16, 61-606 Poznań

dzie nie odbiegającym od materiału sztucznego. Problemem staje się znalezienie metody dla ich rozróżniania.

Na obszarze między, Poznaniem, Obornikami i Obrzyckiem, udokumentowano istnienie sferul, których geneza wymaga szczegółowego wyjaśnienia. Pozyskiwany metaliczny materiał w warstwie przypowierzchniowej gruntu (0-270 cm), stanowią sferyczne obiekty, które w świetle odbitym charakteryzują się ciemną (szarą, czarną) barwą oraz silnym metalicznym połyskiem. Wśród innych cech fizycznych istotnych dla odnotowania należy wymienić silne własności magnetyczne, odporność na ściskanie oraz stosunkowo dużą kruchość. Zakres średnic wypreparowanego materiału układa się w przedziale 20-450 μm , przy najwyższej częstotliwości w granicach 50-150 μm . Dotąd przeprowadzone badania mikropopografii sferul, wykonane przy użyciu elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM) ujawniły poliedryczną strukturę badanych ziaren. Wielkość auto- i hipautomorficznych kryształów tworzących całość sfer waha się w przedziale 5-30 μm . Tekstury istniejące w badanym materiale są jednorodne – masywne. Skład chemiczny opisywanego materiału uzyskany przez zastosowanie mikroanalizatora rentgenowskiego wykazuje wysoką zawartość Fe (60-70 %) oraz niewielkie domieszki Mn (poniżej 1%).

Wskutek odkrycia w kilku miejscach na obszarze między Poznaniem, Obornikami i Obrzyckiem wzbogacenia powierzchniowych warstw osadów w metaliczne sferule, powróciło zasadnicze pytanie, czy są to drobiny materiału pozaziemskiego, czy ich pochodzenie jest antropogeniczne. Pod względem rozmiarów sferul, ich kształtu i makroskopowych cech zewnętrznych, nie da się wykazać, który z nich pochodzi z opadu pyłów pozaziemskich, a które są materiałem sztucznym. Metaliczne sferule są bowiem generowane podczas spalania węgla bądź podczas spawania. Emitowanie ziaren metalicznych o wielkościach do 200 μm (przy czym ponad połowa to ziarna mniejsze od 20 μm), o określonym dyfraktometrycznie zróżnicowanym, składzie chemicznym, wykazał Baj (2002). Podobne ziarna są także generowane podczas spawania. Na analizowanym obszarze wznoszono zakłady tłuszczowe w Szamotulach, co mogło się przełożyć na dosyć szerokie eoliczne rozprzestrzenianie metalicznego materiału antropogenicznego. Ten fakt trzeba brać pod uwagę w toku prowadzonych badań nad sferulami.

Obszar badany przez autorów wydaje się być korzystny dla prowadzenia prac dotyczących istnienia pozaziemskich metalicznych sferulek, bowiem stwierdzono tam występowanie:

a) metalicznych meteorytów, w Morasku, ale także w okolicach Obornik. Kolo tej miejscowości znalezione zostały dwa metaliczne okazy, które niestety zaginęły podczas II wojny światowej (Pilski, Walton 1999).

Meteoryt Morasko jest metalicznym, bogatym w inkluzje, gruboziarnistym oktahedrytem. Głównymi minerałami są kamacyt i taenit, którym towarzyszą schreibersyt, rhabdyt, troilit, cohenit, grafit i sfaleryt (Buchwald 1975, Dominik 1976, Muszyński, Stankowski, Dzierżanowski, Karwowski 2002, Stankowski, Muszyński, Klimm, Scchliestedt 2002). Meteoryt cechują dobrze wyrażone struktury Widmannstättena – krystalograficznie zorientowane przerosty taenitu i kamacytu,

odmian żelaza niklowego. Fragmenty znajdujących meteorytów pokryte są 2-3 mm zwietrzałą rdzawą warstewką, w której od czystego metalu wewnątrz ku skrajom obserwuje się stopniową utratę zawartości Ni. Jest to nad wyraz ważne dla oczekiwanego składu chemicznego drobnych okruchów materii pozaziemskiej – mikrometeorytów i miniaturowych sferul, które mogły całkowicie utracić diagnostyczny nikiel.

b) mikrometeoryty występujące w nieregularnych rozproszonych skupieniach w obrębie i wokół Rezerwatu Morasko, którymi już w latach 70-tych interesował się Hurnik, a bardziej ekstensywne badania przeprowadzone zostały w końcu lat 90-tych (Hurnik B., Korpikiewicz H., Kuźmiński H., 1976, Hurnik, Hurnik 1997, Wysocka 1998, Piszczala 1999, Derdowski 2000, Stankowski, Muszyński, Klimm, Schliestedt 2002). Wyraźny wzrost liczby mikrometeorytów stwierdzono w około 30 cm-owej otoczce znalezionej meteorytu o wadze ~7,5 kg z bezpośredniego sąsiedztwa krateru meteorytowego „C”, Rezerwatu Meteoryt Morasko.

Mikrometeoryty mają kształt kuleczek i płytek, kropel, kolb, hantli o różnej wielkości, dochodzącej nawet do 2 mm. Są one zbudowane głównie z maghemitu i goethytu, z małą zawartością magnetytu i lepidokrokitu. Pewna ilość Si pochodzi zapewne z domieszek detrytycznych ziaren kwarcu. Wśród mikrometeorytów znaleziono pojedyncze ziarna ze znaczną zawartością Ni w ich środkowej części (do 2-3%). Jednak w większości mikrometeorytów zawartość Ni i S jest niewielka i waha się odpowiednio od 0,12-0,01 dla Ni oraz 0,05-0,01 dla S. Wskazuje to na zaawansowany proces wietrzenia, podczas którego doszło do usunięcia tych pierwiastków, podobnie jak w przypadku skorupki wietrzeniowych meteorytów. Tak więc końcowy efekt wietrzenia powierzchni meteorytów (skorupki wietrzeniowe) i niemal całkowite zwietrzenie mikrometeorytów można ze sobą korelować. Trzeba wręcz nadmienić, że poza rezerwatem Meteoryt Morasko i jego otuliny na obszarze między Poznaniem, Obornikami i Obrzykiem nie natrafiono na większe skupiska mikrometeorytów.

c) sferule, charakterystyczne kuleczki frakcji pyłowej znane są nie tylko z obszaru Rezerwatu Morasko (Muszyński 2000, Derdowski 2000, Stankowski, Muszyński, Klimm, Schliestedt 2002), ale stwierdzono ich strefową obecność na całym badanym obszarze. Sferule mogą być zarówno naturalnego/kosmicznego, jak i antropogenicznego pochodzenia. Udokumentowano strefową obecność sferul w górnych glebowych częściach profili oraz niżej do głębokości kilkudziesięciu centymetrów. Otwartą pozostaje kwestia czy obiekty te znalazły się w osadach wskutek opadu pyłów kosmicznych, czy ów opad należy wiązać z oddziaływaniem człowieka, a dosyć głębokie występowanie sferul jest skutkiem ich infiltracyjnego przemieszczania.

Zmierzając do rozwiązania problemu pochodzenia sferul, przyjęto następujące rygorystyczne założenie - wszystkie sferule są wyłącznie skutkiem aktywności ludzkiej i dopiero udowodnienie iż tak nie jest pozwala na wskazywanie ich pochodzenia kosmicznego.

Rozwiązania problemu można szukać w składzie chemicznym sferul. Powinny one zawierać nikiel, jednak w kontekście składu chemicznego wietrzeniowej skorupy meteorytów i większości mikrometeorytów, nikiel jako dosyć mobilny,

mógł zostać usunięty ze sferulek. Dotychczasowe wstępne wyniki prac nie wykazują obecności niklu w sferulach.

d) szlaki – nie można pominąć wzmianki, że dosyć często w obrębie i w otulinie Rezerwatu Meteoryt Morasko, jak również sporadycznie na całym obszarze między Poznaniem-Obornikami i Obrzyckiem spotyka się silnie magnetyczne bryły materiału antropogenicznego. Makroskopowo różnią się one od meteorytów wyraźną porowatością, obecnością rozproszonych w masie krzemiankowo-tlenowej (?) fragmentów metalu o bardzo małej zawartości niklu. Fragmenty metalu nie wykazują obecności struktur Widmannstattena.

W świetle poczynionych obserwacji wydaje się bardzo prawdopodobne, że wśród sferul znajdujących na badanym terenie, część jest pochodzenia pozaziemskiego. Wiąże się z tym kolejne zagadnienie, sprowadzające się do pytania, czy znajduwane drobne metaliczne obiekty są efektem okresowych opadów pyłów kosmicznych, czy ewentualnie można je wiązać z „deszczem meteorytów Morasko”?

Określonego/określonych w czasie opadów pyłów/sferulek, należy oczekiwać w profilach osadów organicznych, podlegających sedymentacji i sedentacji możliwej do datowania palinologicznego bądź radiometrycznego. Wykrycie w takich profilach warstw wyraźnie wzbogaconych w sferule i datowanie tych warstw, pozwoli na udzielenie odpowiedzi w sprawie ewentualnego związku między upadkiem Meteorytu Morasko i towarzyszącym mu pojawieniem się mikrometeorytów, bądź też sferulek pochodzących z niezależnego opadu pyłowej i drobnopiaszczystej frakcji materii kosmicznej.

Pilotowe badania dotyczące zapisu ewentualnego, dobrze zdefiniowanego okresu opadu pyłów/sferulek, umiejscowiono w dolinie Samicy koło Objezierza. W tej części doliny występują grube warstwy osadów pyłowo-ilstych i torfowiskowych, basenowego środowiska sedymentacji mineralnej oraz organicznej.

Badany profil geologiczny rozpoczyna 30-40 cm warstwa humusowa piaszczysto-pylasta, której spąg wyznaczono metodą C14 (węgielki drzewne) na 2440+-35 BP (Poz-1691). W warstwie humusowej stwierdzono obecność dosyć dużej liczby metalicznych sferulek. Głębiej, do około 110 cm występują osady pyłowe i pyłowo-ilaste ze znajdującym się w przedziale 70-80 cm przewarstwieniem organicznym (substancja organiczna, 9640+-50 BP; Poz-1817) oraz niżej leżącymi drobnymi, rozproszonymi pakietami fito i zoo-organicznymi (muszelki; 10560+-70 BP; Poz- 1639). W osadzie, szczególnie powyżej przewarstwienia organicznego znaleziono pojedyncze sferule. Poczynając od głębokości 110 cm do ~390 cm występują węglanowe osady ilasto-pylaste, z warstwowym wzbogaceniem w szczątki organiczne. Dla próbki z głębokości około 210 cm uzyskano datę: 11820+-50 BP (Poz-2756; muszelki). W całej sekwencji osadów węglanowych poniżej 110 cm, jak dotąd nie znaleziono sferulek. Także wykonane dla tej części profilu pomiary podatności magnetycznej dały wynik negatywny.

Datowanie osadów z profilu koło Objezierza, i występowanie licznych sferulek w warstwie glebowej, młodszej od około 2400 lat BP, wydaje się przeczyć związkowi tych obiektów z upadkiem Meteorytu Morasko. Deszcz meteorytowy, który

doprowadził między innymi do wytworzenia kraterów, w których mogła rozpocząć się sedimentacja/sedentacja wypełniających osadów, miał miejsce między 5500 i 3600 lat BP (Stankowski 2000, 2001). Zatem tylko nieliczne sferulki z warstwy osadów ograniczonych datami 9460 i 2440 lat BP można próbować wiązać ze zdarzeniem w Morasku.

Sferulki spotykane w osadach badanego profilu Objezierze oraz w kilku innych stanowiskach na obszarze między Poznaniem, Obornikami i Obrzyckiem są wprawdzie metaliczne, jednak nie wykazują zawartości niklu. Pod względem kształtu i cech optycznych są podobne do opisywanych w literaturze jako materia pozaziemska, ale równocześnie, nie różnią się od podobnych kuleczek, niewątpliwie antropogenicznej genezy. Stąd w poszukiwaniu nowych metod badawczych, podjęto próbę rozróżniania obiektów naturalnych i sztucznych przy pomocy rezonansu ferromagnetycznego (FMR). Pracownicy Instytutu Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu przeprowadzili pilotowe badania sferulek sztucznych (spawalniczych) i pochodzących z profili geologicznych na badanym terenie. Zauważono wyraźne różnice, co wydaje się rokować nadzieję na przydatność tej metody dla przyszłych prac. Badania są prowadzone, a pełniejszych wyników należy się spodziewać względnie szybko.

Zagadnienie metalicznych sferul wymaga dalszych szczegółowych badań mineralogicznych i chemiczno – fizycznych. Trzeba nadmienić, że między autorami tego artykułu istnieje kontrowersja odnośnie do genezy znajdujących sferul w okolicach Poznania. Derdowski uważa, iż dotąd nie znaleziono dobrze udokumentowanych sferul pochodzenia kosmicznego, a Stankowski jest przekonany o ich obecności. Aktualnie realizowana jest jedna rozprawa doktorska i kilka prac magisterskich poświęconych pochodzeniu sferul spotykanych w osadach czwartorzędowych okolic Poznania.

Niniejsze opracowanie powstało dzięki finansowaniu ze środków KBN, Grant 6 P04E 008 20 oraz Grantu Międzywydziałowego UAM, nr PI – II/14.

LITERATURA

- BAJ A., 2002: Mineralogia popiołów lotnych z elektrociepłowni Karolin w Poznaniu. Arch. Instytutu Geologii UAM.
- BUCHWALD V. F., 1975: Handbook of iron meteorites. Univ. Of California Press, Berkeley, California.
- DERDOWSKI R., 2000: Budowa geologiczna północnej części rezerwatu Meteority Morasko oraz charakterystyka mineralogiczna mikrometeorytów i szlak znajdowanych na tym obszarze. Arch. Instytutu Geologii UAM.
- DEUTSCH A., GRESHAKE A., PESONEN L. J., PIHLAJA P., 1998: Unaltered cosmic spherules in a 1.4-Gyr-old sandstone from Finland Nature, 395.,
- DOMINIK B., 1976: Mineralogical and chemical study of coarse octahedrite Morsko (Poland). Prace Mineralogiczne, 47,
- HURNIK B., HURNIK H., 1997: Problemy pyłu meteorytowego w Morasku. Referat na seminarium meteorowo-meteorytowym w Olsztynie, maszynopis.

- HURNIK B., KORPIKIEWICZ H., KUŹMIŃSKI H., 1976: Distribution of the meteoritic and meteor dust in the region of fall of the meteorite „Morasko” [w:] Meteorite Morasko and the region of its fall Wyd. Nauk. UAM seria Astronomia nr 2, Poznań.
- KETTRUP D., DEUTSCH A., PESONEN L. J., 2000: Cosmic spherules in Satakunta sandstone, Finland: Preservation-separation 4th ESF –IMPACT Workshop.
- KETTRUP D., DEUTSCH A., 2001: Spherules in sediments and sedimentary rocks: Frequent! Yet neither of extraterrestrial nor impact origin? 6th ESF-IMPACT Workshop “Impact Markers in Stratigraphic Record”.
- KETTRUP D., GERSONDE R., DEUTCH A., 2002: Abundant spherules in sedimentary layers related to the Eltanian impact event: new result 8th ESF-IMPACT Workshop “Impact Tectonism”.
- MANECKI A., SKOWROŃSKI A., 1970: Materiał gruboziarnisty i pyły kosmiczne ze skał montmorillonitowych karbonu górnośląskiego z Milowic Prac. Min XXII PAN Kraków.
- MUSZYŃSKI A., 2000: Rezultaty badań mineralogicznych w Rezerwacie „Meteoryt Morasko”. Przew. LXXI Zjazdu PTG-eol, Geologia i ochrona środowiska Wielkopolski, Poznań.
- MUSZYŃSKI A., STANKOWSKI W., DZIERŻANOWSKI P., KARWOWSKI Ł., 2002: New Data about the Morasko Meteorite, Pol. Tow. Mineral., Prace Spec., z. 18, 2001, wydane 2002, Wyd. Nauk UAM,
- PILSKI A. S., WALTON W., 1999: Morasko – the largest European iron meteorite shower. Meteorite,
- PISZCZAŁA E., 1999: Mineralogia osadów wokół kraterów impaktowych z rejonu rezerwatu Morasko. Arch. Instytutu Geologii UAM.
- RAUKAS A., 1997 An Attempt to use the microimpactites in establishing the age of impact events on the example of the Kaali crater field (Estonia) SPHAERULA No 1. (International Journal of IGCP 384.).
- RAUKAS A., 2000: Investigation of impact spherules – a new promising method for the correlation of Quaternary deposits. Quaternary International, 2000,
- SHIMANOVICH S., KOLOSOVA T., RAUKAS A., 1995: Scanning electron microscopy of ferriferrous minerals in the Quaternary deposits of the Baltic States and Belarus Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology, 44, 2,
- SHIMANOVICH S., KOLOSOVA T., RAUKAS A., TIIRAMAA R., 1993: Extraterrestrial spherules in the surroundings of Kaali meteorite craters (Saaremaa Island, Estonia) Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology, 42, 3,
- STANKOWSKI W., 2000: Budowa geologiczna i morfologia Rezerwatu “Meteoryt Morasko”. Przew. LXXI Zjazdu PTG-eol, Geologia i ochrona środowiska Wielkopolski, Poznań.
- STANKOWSKI W., 2001a: The Geology and Mineralogy of the Natural Reserve „Meteoryt Morasko”, Planetary and Space Sciences, vol. 49 (7) 2001,
- STANKOWSKI W., MUSZYŃSKI A., KLIMM K., SCHLIESTEDT M., 2002:

- Mineralogy of Morasko Meteorite and the Structure of the Craters, Proceed. Of the Estonian Academy of Sciences, Geology, Dec. 2002 51/4,
- TOBOLSKI K., 1976: Palynological investigations of bottom sediments in closed depressions, Meteorite Morasko and region of its fall. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Seria Astronomia nr 2, Poznań,
- TOFT B., AUS A., RICKE M., DAVIS D., MOSEMAN S., ANNEXSTAD J., MELCHIOR R., 1998: Examination of Middle Wisconsinan Glacial deposits for the possible occurrence of magnetic spherules Lunar and Planetary Science Conference XXIX (abstract), March 1998, Houston, Texas,
- WYSOCKA A., 1998: Litologia i petrografia osadów wschodniego sąsiedztwa rezerwatu „Meteoryt Morasko”. Arch. Instytutu Geologii UAM.