

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

Łukasz KARWOWSKI¹

METEORYT ŁOWICZ - CO NOWEGO?

O CZYM WIADOMO DOTYCHCZAS ?

O północy, z 11 na 12 marca 1935 roku spadł w okolicach Łowicza meteoryt. Przelot bolidu był obserwowany w najbliższej okolicy, jak też z Tarnowa, Krakowa i Olkusza. W kilka dni po upadku ukazała się w prasie wiadomość o jego odnalezieniu. Pierwsze tymczasowe informacje o meteorycie Łowickim ukazały się w 1935 i 1936 r. (Różycki, Kobyłecki 1935, 1936). Pierwsze i jak do tej pory najobszerniejsze opracowania dotyczące meteorytu łowickiego ukazały się w 1938 roku w Archiwum Mineralogicznym.

W opracowaniach tych przedstawiono ogólną charakterystykę meteorytu wraz z wiadomościami dotyczącymi spadku, zjawisk towarzyszących oraz przedstawiono morfologię i cechy fizyczne meteorytu (Kobyłecki 1938). S. Jaskólski (1938) poddał fragmenty meteorytu dokładnym badaniom mikroskopowym w świetle odbitym, przedstawiając doskonale skład mineralny faz nieprzezroczystych. Natomiast charakterystykę mikroskopową minerałów przezroczystych przedstawiła M. Kołaczowska (1938). Poszczególne fazy mineralne zanalizował St. J. Thugutt (1938), natomiast H. Moritz (1938) przeprowadził badania spektralne fracji metalicznej i krzemianowej meteorytu. J. Cichocki (1938) podjął próbę oznaczenia zawartości radu w meteorycie łowickim.

W oparciu o przeprowadzone badania wyłania nam się obraz meteorytu łowickiego jako mezosyderytu o zmiennej zawartości fazy metalicznej. Skład fazowy przedstawiony w powyższych pracach można przedstawić następująco:

Faza metaliczna o składzie: Fe - 91,09% wag.

Ni - 8,51% wag.

Co - 0,50% wag. (Thugutt 1938)

Reprezentowana jest w przeważającej mierze przez kamacyt oraz w niewielkiej ilości przez lamelkowe wydzielenia taenitu i plesytu. W obrębie fazy metalicznej występuje także w niewielkich ilościach schreibersyt. Pozostałe minerały zidentyfikowane w świetle odbitym to chromit z odmieszanymi lamelkami ilmenitu, ilmenit (stwierdzony po raz pierwszy w meteorytach), troilit (często w postaci struktur eutektycznych z fazą metaliczną) oraz minerał X o refleksach wewnętrznych zbliżonych do rutylu (Jaskólski 1938).

Fazy przezroczyste reprezentowane są głównie przez oliwin o zawartości 17,97% wag. FeO, porfirokryształy plagioklazów identyfikowane jako anortyt

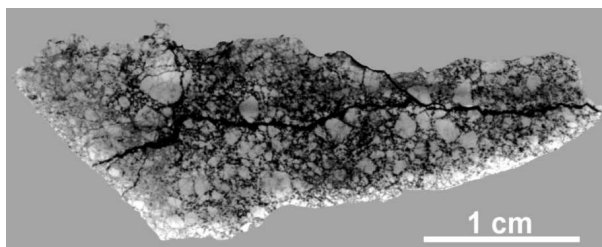
¹ Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec,
e-mail: lkarwows@wnoz.us.edu.pl

o składzie zbliżonym do bytownitu oraz augity (pirokseny) określane jako bronzyt i diopsyd (o bardzo niskiej zawartości Ca) (Kończowska 1938, Thugutt 1938). Meteoryt łowicki został zaklasyfikowany przez M. Kończowską (1938) do 4 grupy meteorytów według Tschermaka tj. zawierających żelazo z krzemianami.

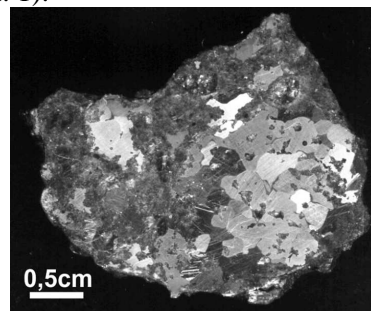
Po II Wojnie Światowej meteoryt nie wzbudzał zbytniego zainteresowania w kraju jedynie zajmowano się jego strefą rozrzutu (Lang 1971). Kwestia kierunku, z którego nadleciał bolid jest dalej sporna. Świadkowie w miejscach spadku twierdzili, że przemieszczał się on z zachodu na wschód natomiast obserwatorzy z południowej Polski podawali kierunek przeciwny (Piłski 1995). W 60 rocznicę spadku meteorytu Łowicz A. S. Piłski (1995) wspomina o pojawianiu się na rynku mete-orytowym niepewnych achondrytów zwanych łowickimi.

MATERIAŁ BADAWCZY

Badaniom poddano dwa „typowe” fragmenty meteorytu Łowicz pochodzące z kolekcji Panów J. Bandurowskiego i M. Cimały (Fot. 2) oraz niewielki fragment achondrytowy podarowany przez S. Jachymka (Fot. 1).



Fot. 1. Skan płytki cienkiej z części achondrytowej meteorytu łowickiego. Czarne – żyłki fazy metalicznej oraz drobne wydzielenia troilitu.



Fot. 2. Skan fragmentu typowego meteorytu łowickiego z widocznymi liniami Neumanna i inkluzjami krzemianowymi w fazie metalicznej. Powierzchnia trawiona.

METODY BADAŃ

Fragmenty „typowego” meteorytu łowickiego poddano badaniom nieniszczącym przy użyciu mikroskopu elektronowego CAMECA SX – 100, po uprzednim mikroskopowym przebadaniu okazów w świetle odbitym powierzchni trawionych jak i polerowanych. Z fragmentu achondrytowego wykonano płytkę cieką polerowaną do badań w świetle odbitym i przechodzącą a także nadającą się do badań przy użyciu mikroskopu elektronowego.

WYNIKI BADAŃ

Przeprowadzone obserwacje mikroskopowe potwierdziły w większości obserwacje poczynione przez poprzedników w odniesieniu do „typowych” fragmentów meteorytu łowickiego. Dokładne badania w mikroobszarze pozwoliły na uściślenie składu fazowego oraz uściślenie chemizmu poszczególnych faz mineralnych.

Faza metaliczna reprezentowana jest głównie przez kamacyt zawierający najczęściej około 5% wag. Ni i 0,5 – 0,7% wag. Co. Pozostałe fazy niklonośne to taenit i tetrataenit o zawartościach niklu dochodzących do około 51% wag. W obrębie faz metalicznych często spotykamy schreibersyt o zawartości niklu rzędu 53–54% wag. Ziarna schreibersytu występują także w obrębie części krzemianowej wspólnie z wydzieleniami faz metalicznych i siarczkowych. Faza troilitowa opisywana przez S. Jaskólskiego (1938) jako często tworząca eutektyk z fazą metaliczną wydaje się być efektem termicznego rozpadu troilitu pod wpływem kolizji co doprowadziło do częściowego rozkładu siarczku żelaza i odparowaniu części siarki.

Faza chromitowa występuje głównie w obrębie składników krzemianowych. Bardzo często zawiera drobne listewki ilmenitu – jako produkty odmieszania. Chromit zasobny jest w Al, Mg, Ti i Mn. Ilmenit występuje nie tylko w obrębie chromitu ale także tworzy samodzielne ziarna towarzysząc troilitowi, tlenkom Ti oraz minerałom krzemianowym. Jest on zasobny w Mg i Mn. Minerał oznaczony przez S. Jaskólskiego (1938) symbolem X (o refleksach wewnętrznych zbliżonych do rutylu) to rzeczywiście rutyl. Towarzyszy mu jeszcze inna (niezidentyfikowana) odmiana polimorficzna tlenku tytanu.

Pozostałe minerały to oliwiny o zawartościach cząsteczki forsterytowej 72,54–72,78% i fajalitowej 26,69 – 26,91%.

Skalenie reprezentowane są przez plagioklasy i odpowiadają składem bytownitom: a) ab: 25,99%; or: 2,31%; an: 71,70%

b) ab: 10,61%; or: 0,30%; an: 89,01%

Pirokseny są reprezentowane przez dwa człony szeregu enstatyt – ferrosylit i według współcześnie obowiązującej klasyfikacji, obydwa pirokseny reprezentują człony enstatytowe o następujących udziałach minalów:

a) wo: 3,45%; en: 60,54%; fs: 36,01% (klinoenstatyt)

b) wo: 3,78%; en: 67,39%; fs: 28,83%

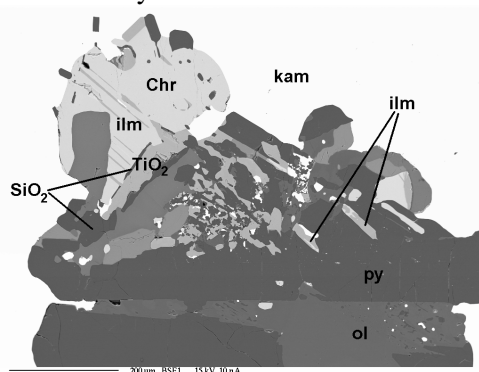
Trzecim ważnym minerałem jest niezauważony przez poprzedników fluoroapatyt współwystępujący z minerałami krzemianowymi. Jest on wyraźnie wzbogacony w MgO (3,64% wag.) oraz Na₂O (1,45% wag.).

Ponadto, dość licznie w postaci drobnych wrostków, tak w minerałach krzemianowych, jak i na granicy faz kruszcowych, występują słupkowate lub tabliczkowate kryształy krzemionki (SiO₂) w postaci niezidentyfikowanej fazy mineralnej.

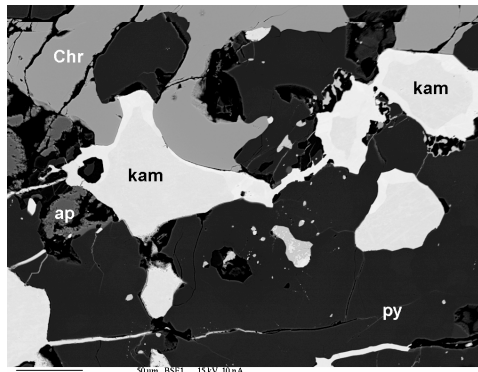
Wyjątkową osobliwością w dużych skupieniach (nodulach) metalicznych są inkluzje krzemianowe (Fot. 3).

W większości przypadków głównymi fazami mineralnymi są te same fazy mineralne co w części krzemianowej meteorytu czyli oliwiny, pirokseny, bytownit, apatyt, SiO₂, duże ziarna chromitu z lamelkami ilmenitu, ilmenit, znaczne zawartości tlenków tytanu oraz niewielkie wydzielienia troilitu. Rzadko spotyka się inkluzje monomineralne. W obrębie fazy metalicznej stwierdzono obecność inkluzji o bardzo słabym stopniu krystaliczności, w obrębie których występują obok siebie dwie fazy stopu krzemianowego oraz pęcherzyk gazowy. Wewnętrzna faza stopu o składzie Si, Mg, Ca, Fe, Ti, O zawiera mikrolity oliwinów. Zewnętrzna kontaktująca z otaczającym kamacytem jest już zdewitryfikowana i składa się

z mikrolitów ilmenitu, skalenia potasowego, oliwinu i piroksenów. W obydwu fazach występują drobne ziarna kamacytu. Inkluzje takie są bezpośrednim dowodem istnienia fazy stopu krzemianowego w momencie końcowego formowania się materii meteorytu.



Fot. 3. Inkluzja krzemianowa w fazie metalicznej; kam–kamacyt; ilm–lamelki ilmenitu; Chr – chromit; SiO₂ – faza krzemionki; TiO₂ – rutyl; py – piroksen; ol – oliwin.



Fot. 4. Białe obwódki faz wysokoniklowych na wydzieleniach kamacytowych w achondrytowym fragmencie meteorytu łowickiego; kam – kamacyt; Chr – chromit; ap – apatyt; py – piroksen.

Fragment achondrytowy meteorytu łowickiego wyraźnie różni się od pozostałych części nazwanych poprzednio „typowymi”. Podstawowa różnica to bardzo znikomy udział fazy metalicznej oraz odmienne wykształcenie minerałów krzemianowych. Fragment ten zbudowany jest z prawie monomineralnej fazy ortopiroksenowej (Fot. 1.) częściowo skatakłazowanej. Piroksen reprezentuje człon enstatytowy wyraźnie odmienny od członów obecnych w tzw. „typowym” Łowiczu. Jest on wyraźnie bogatszy w cząsteczkę enstatytową: wo: 0,95 – 1,32%; en: 79,04 – 79,77%; fs: 19,13 – 19,86%; przy wyraźnym udziale chromu: 0,4 – 0,8% wag. Cr₂O₃, a także wyraźnie niższym udziale cząsteczki wollastonitowej. Enstatytowi towarzyszy w niewielkiej ilości fluoroapatyt wzbogacony w Mg i Na, chromit bez wrostków ilmenitu oraz w niewielkiej ilości SiO₂. Głównym minerałem nieprzezroczystym jest troilit, zmieniony termicznie, często zawierający drobne wrostki kamacytu i liczne pory. Występuje on w postaci drobnych ziaren rozproszonych w przestrzeniach międzyziarnowych ortopiroksenu. Do rzadkości należą wydzielania schreibersytu towarzyszące zazwyczaj fazie metalicznej, rzadziej troilitowi. Faza metaliczna reprezentowana jest głównie przez drobne żyłki kamacytowe z licznymi wydzieleniami faz wysokoniklowych. Czasami ziarna metaliczne są ułożone liniowo.

Charakterystyczną cechą faz metalicznych jest występowanie taenitu i tetraetaenitu w postaci obwódek na ziarnach kamacytowych (Fot. 4). Udział faz metalicznych we fragmencie achondrytowym stanowi poniżej 1% obj.

UWAGI KOŃCOWE

Faza metaliczna meteorytu łowickiego jest silnie zróżnicowana pod względem

zawartości faz wysoko-niklowych. Najbogatsze w nikiel fazy stwierdzono we wtórnych żyłkach w obrębie fragmentu achondrytowego. Stosunki Ni/Co w fazach metalicznych (Fig. 1) wskazują na ogólną prawidłowość, że im faza bogatsza w nikiel – tym uboższa w kobalt.

W meteorycie łowickim po raz pierwszy stwierdzono obecność fluoroapatytu, niewątpliwie rutylu, innego polimorfu TiO_2 oraz krzemionki.

Pozycja fazy metalicznej mezosyderytu Łowicz na tle innych mezosyderytów w układach Ge – Ga; Ge – Ni; Ir – Ni; Ir – Ga (Wasson et al. 1974) wskazuje, że nie odbiega ona od zwartej grupy mezosyderytów.

Meteoryt łowicki jest mezosyderytem brekcjowym, który utworzył się najprawdopodobniej w wyniku kolizji dwu lub nawet trzech zdyferencjonowanych ciał macierzystych, z których jedno posiadało jądro metaliczne. Drugie ciało reprezentowało zapewne achondrytyczny materiał typu kumulatu eukrytowego. W wyniku wymieszania i częściowego przetopienia powstała zasadnicza część tzw. „typowego” meteorytu Łowicz. Skała achondrytowa, prawie monomineralna złożona

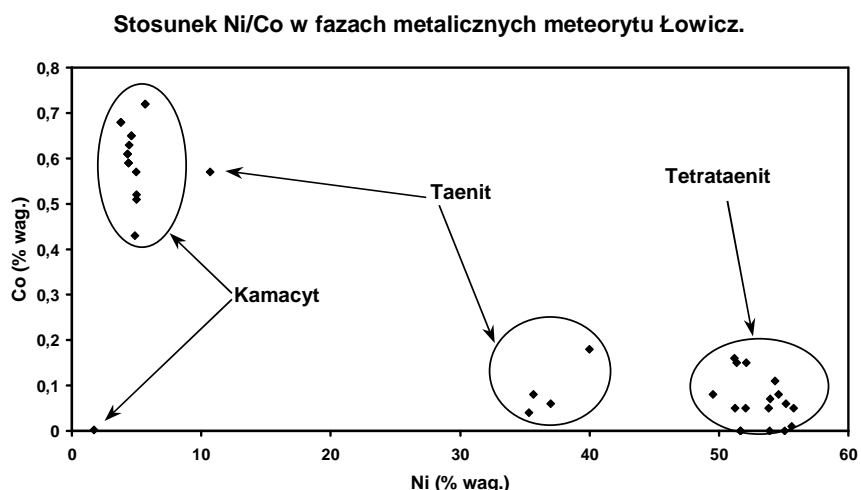


Fig. 1. Stosunki Ni/Co w fazach metalicznych meteorytu Łowicz.

z ortopiroksenu jest najbardziej zbliżona do materii reprezentowanej przez diogenity. Materiał diogenitowy występujący w postaci odrębnych partii „sklejonych” z typowym meteorycem jest wyraźnie obcy chemicznie w stosunku do zasadniczej masy meteorytu.

LITERATURA

- CICHOCKI J., 1938: Versuch einer Bestimmung des Radiumgehaltes im Meteorit von Łowicz; Próba oznaczenia zawartości radu w meteorycie łowickim. *Archiwum Mineralogiczne*, Vol. XIV, p. 69 – 74.
- JASKÓLSKI S., 1938: Untersuchung undurchsichtiger Bestandteile des Meteorits von Łowicz im auffallenden Lichte; Badania składników nieprzezroczystych

- meteorytu łowickiego w świetle odbitym. *Archiwum Mineralogiczne*, Vol. XIV, p. 15-46.
- KOBYŁECKI M., 1938: Allgemeine Charakteristik des Meteorits von Łowicz; Charakterystyka ogólna meteorytu łowickiego. *Archiwum Mineralogiczne*, Vol. XIV, p. 1-14.
- KOŁACZKOWSKA M., 1938: Mikroskopische Untersuchungen des Meteorits von Łowicz; Badania mikroskopowe meteorytu łowickiego. *Archiwum Mineralogiczne*, Vol. XIV, p. 47 – 56.
- LANG B., 1971: On the size distribution of fragments from the Lowicz meteorite shower, 1935. *Meteoritics*, Vol. 6. No. 4, p. 287.
- MORITZ H., 1938: Spektralanalytische Untersuchungen des Meteorits von Łowicz. *Archiwum Mineralogiczne*, Vol. XIV, p. 65 – 68.
- PILSKI A.S., 1995: Meteoryt Łowicz po 60 latach – Znaki zapytania. *Urania* 2/1995, p. 39 – 43.
- RÓŻYCKI S. Z., KOBYŁECKI M., 1935: O meteorycie Łowickim. *Wszehświat*, nr 5.
- RÓŻYCKI S. Z., KOBYŁECKI M., 1936: Meteoryty Łowickie. *Zabytki Przyrody Nieożywionej*, zesz. 3. Warszawa.
- THUGUTT ST. J., 1938: Hauptbestandteile Untersuchungen des Meteorits von Łowicz; O składzie chemicznym ważniejszych składników meteorytu łowickiego. *Archiwum Mineralogiczne*, Vol. XIV, p. 57 – 64.
- WASSON J.T., SCHAUDY R., BILD R. W., CHOU CHEN LIN, 1974: Mesosiderites; I, Compositions of their metallic portions relationship to other metal-rich meteorite groups. *Geochim. Cosmochim. Acta*. Vol.38, No.1, p. 135-149.