

METEORYT ŻELAZNY Z KRATERU KAMIL. PUSTYNIA ZACHODNIA. EGIPT

Iron meteorite from Kamil Crater. West Desert. Egypt

Maciej PAWLIKOWSKI*, Marta WRÓBEL*

**/ Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
e-mail:mpawlik@uci.agh.edu.pl*

Streszczenie

Wykonano badania mineralogiczne i chemiczne meteorytu z krateru Kamil zlokalizowanego na pustyni Zachodniej Egiptu przy granicy z Sudanem. Badania prowadzono z wykorzystaniem metod: XRD, SEM i EDS.

Słowa kluczowe: meteoryt żelazowy. Pustynia Zachodnia, Egipt

Abstract:

Mineralogical investigation of iron meteorite from West Desert (Sahara) were performed using XRD, SEM and EDS methods.

Key words: iron meteorite, West Desert, Egypt

Słowa kluczowe: meteoryt żelazny, Pustynia Zachodnia,. Egipt

Wstęp:

Krater Kamil to niewielki krater uderzeniowy, który został odkryty podczas podróży po Pustyni Zachodniej około 100 km na E od granicy z Libią i 5 km na N od granicy z Sudanem. Zlokalizowano go (Fig. 1) na podstawie map Google Earth już w 2008 roku (Moskowitz C., 2010.), kiedy to przypadkowo został zauważony przez włoskiego mineraloga z Muzeum Historii Naturalnej w Mediolanie, Vincenzo De Michale (Folco et al. 2010). Szczegółowa analiza geologiczna potwierdziła wstępne przypuszczenia i w rok później, po uzyskaniu wszystkich niezbędnych pozwoleń w miejsce uderzenia meteorytu wyruszyła włosko- egipska ekspedycja badawcza. Wstępne badania wykazały, że krater utworzył się nie dawniej niż 10 tys. lat temu, a wszystko wskazuje na to, że czas jego powstania można zawęzić do ostatnich 5 tys. lat (Folco et al. 2010; Moskowitz C., 2010.). Podstawowe analizy fizyków z pierwszej ekipy badawczej pozwoliły stwierdzić, że meteoryt, który przyczynił się do

utworzenia tego krateru musiał mieć około 1,5 metra średnicy oraz ważyć blisko 5 tys. kilogramów, kilogramów uderzył on w powierzchnię Ziemi z prędkością około 12 tys. km/h (Folco et al. 2010).

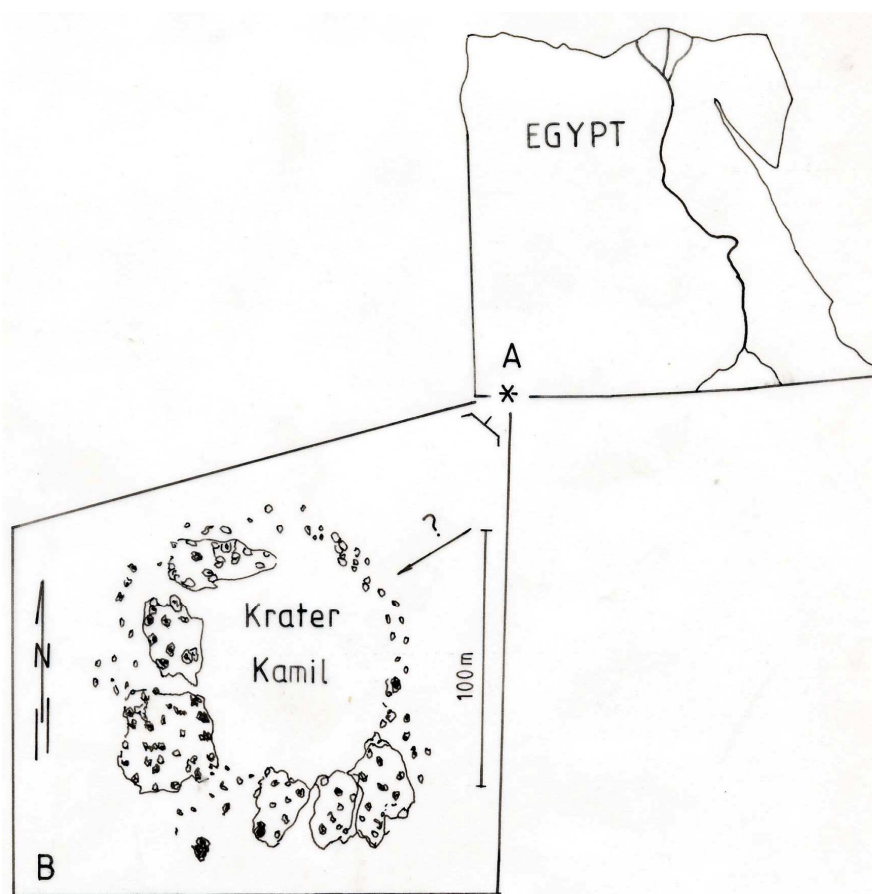


Fig. 1A- Lokalizacja krateru Kamil w pobliżu granicy Egiptu z Sudanem.
1B- Schematyczny rysunek krateru. Strzałka ze znakiem? – Prawdopodobny kierunek, z którego nadleciał meteoryt.

Miejsce badań:

Krater Kamil, z którego pochodzi badany meteoryt jest stosunkowo niewielki i ma kulisty kształt (Fot. 1, 2). Kształt wału kraterowego z dużym prawdopodobieństwem sugeruje, że meteoryt nadleciał od strony wschodniej z odchyleniem północnym. Okruchy skał znajdujące się w kraterze, jak również na jego krawędziach oraz w jego wnętrzu są ostrokrawędziste. Widoczne są także okruchy noszące ślady nadtopienia. W wewnętrznej zachodniej części krateru znaleziono dwa fragmenty meteorytu żelazistego, z których jeden wystawał ponad powierzchnię piasku i zauważalne były na nim ślady lekkiej erozji.



Fot. 1 Widok brzegu krateru w kierunku zachodnim



Fot. 2 Dolna część krateru z pokruszonymi fragmentami skał i zapełniona wtórnie piaskami eolicznymi

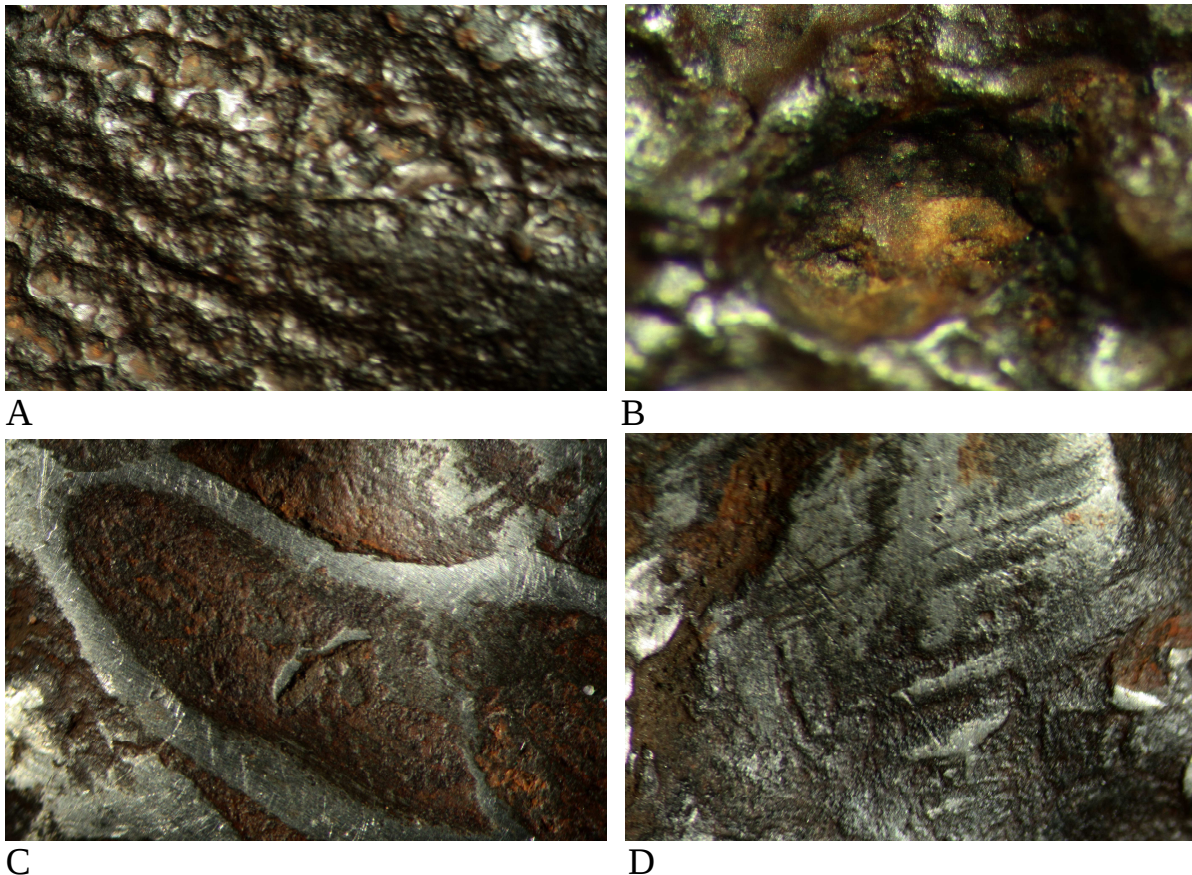


A



B

Fot. 3 Meteoryt 1. A – Naturalna powierzchnia niezerodowana mechanicznie przez piasek pustynny. Powierzchnia z charakterystycznymi zagłębieniami zwanymi regmagliptami. Powstają one wskutek tarcia i zawirowań oraz obtapiania meteorytu podczas krótkiego przelotu w ziemskiej atmosferze. B – powierzchnia zerodowana, która częściowo wystawała ponad piasek z „wyszlifowanymi” fragmentami. Pomniejszenie 2 X.



Fot. 4 A – linijne formy erozyjne na powierzchni meteorytu związane prawdopodobnie z jego topieniem podczas wchodzenia w górne warstwy atmosfery. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 8 x. B – zagłębienie w powierzchni meteorytu powstałe podczas topienia powierzchni w trakcie przechodzenia przez gęste warstwy atmosfery. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 10 x. C – forma morfologiczna powstała podczas nadtopienia powierzchni meteorytu zerodowana eolicznie „do metalu”. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 10 x. D – fragment zerodowanej powierzchni meteorytu z jego wyraźnie widoczną strukturą krystaliczną. Mikroskop cyfrowy, powiększenie 10 x.

Badania laboratoryjne:

Przeprowadzone badania rentgenostrukturalne (Fig. 2. i 3.) potwierdziły obecność takich minerałów jak: kamacyt α -(Fe,Ni) oraz taenit γ -(Ni,Fe) (Fig.4.). Faza metaliczna w meteorytach podlegając wietrzeniu wzbogaca się w nikiel. W końcowym etapie utlenienia stopu Fe-Ni pozostają tlenki i wodorotlenki z

widocznymi żyłkowatymi wydzieleniami faz wysokoniklowych (żyłki te wypełnione są najczęściej utlenionymi już kryształkami kamacytu i taenitu, w wielu przypadkach zachowując wzór Widmanstättena -> czyli charakterystyczny wzór równolegle ułożonych warstewek utworzonych naprzemiennie z kamacytu i taenitu) (Budka P.Z., 1984, 1996, 2003). W badaniach meteorytów średnia wielkość warstewek (lametek) kamacytu służy zazwyczaj do podziału meteorytów żelaznych na kilka grup strukturalnych, to jest: heksaedryty, ataksyty i oktaedryty, które podzielono jeszcze na: oktaedryty bardzo gruboziarniste, gruboziarniste, średnioziarniste, drobnoziarniste i bardzo drobnoziarniste oraz plessytowe (Maneck A., 1975; <http://www.encyclopedia-of-meteorites.com/>). To właśnie struktury Widmanstättena wskazują m.in. na pozaziemskie pochodzenie zbadanych próbek, gdyż nie obserwuje się ich w żadnych stopach pochodzenia ziemskiego. W przypadku ataksytów kamacyt występuje w mniejszej ilości i ułożony jest w sposób całkowicie bezładny. Ataksyty zawierają ponad 18% niklu i są zbudowane głównie z taenitu. Kamacyt może występować w postaci mikroskopijnych ziaren (Lawrence A.T., 2009). Nie wykazują one żadnej regularnej struktury, nie tworzą się na nich także żadne wzory (Fig.5.) (Budka P.Z., 1984, 1996, 2003).

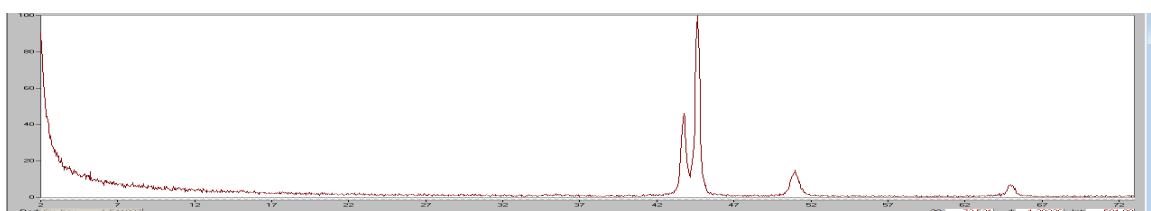


Fig.2. Dyfraktogram rentgenowski kamacytu i taenitu z badanego meteorytu z Sahary.

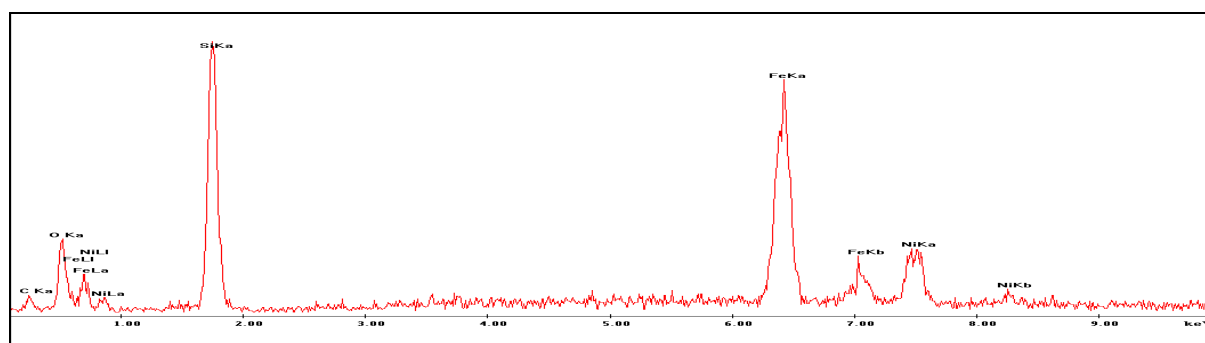


Fig.3. Analiza chemiczna wykonana metodą EDS. Widmo pokazuje obecność znacznych ilości żelaza oraz niklu, co jest oczywiste. Jednak pojawiają się także

piki krzemowe, które mogą wskazywać na pozostałość krzemowego płaszcza meteorytu.

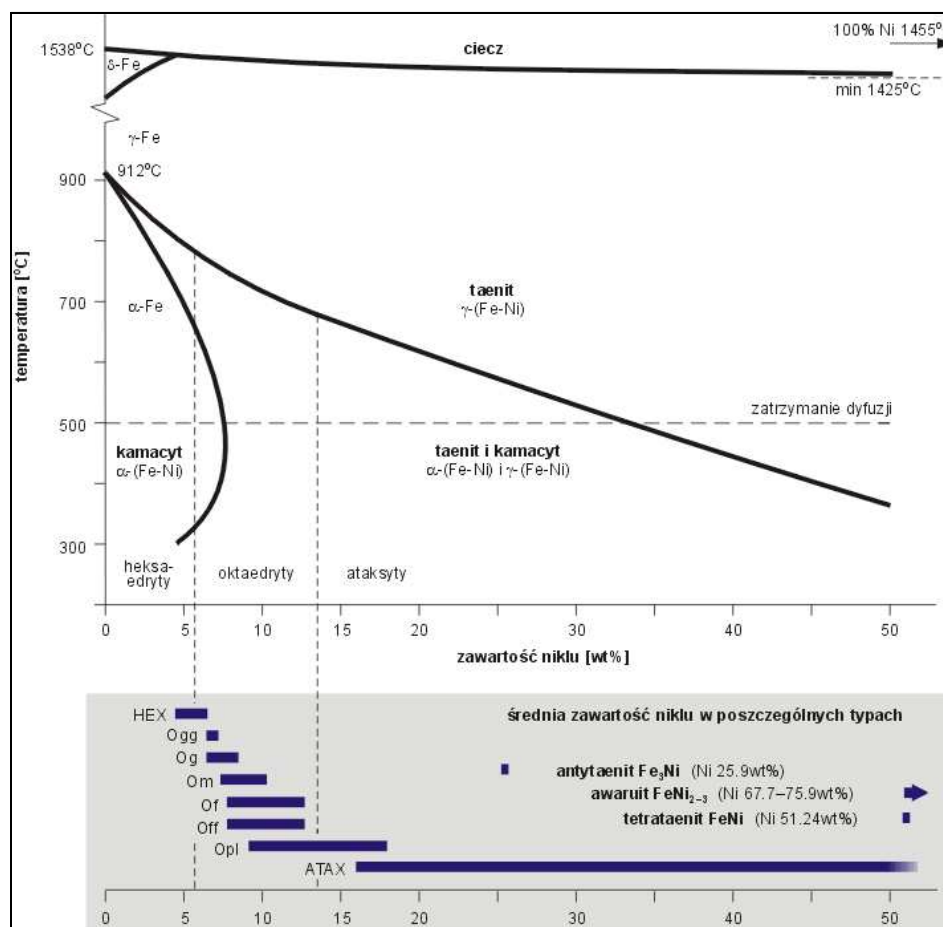


Fig.4. Wykres fazowy określa w jakim zakresie temperatur i przy jakim udziale niklu poszczególne odmiany krystaliczne stopu Fe-Ni są trwałe (źródło: <http://www.woreczko.pl/meteorites/features/glossary-Widmanstätten.htm>).

Średnia z analiz chemicznych meteorytu wykazała, że procentowy udział oznaczanych pierwiastków w badanym meteorycie jest następujący:

Fe- 68,0%	Ni- 24,2%
------------------	------------------

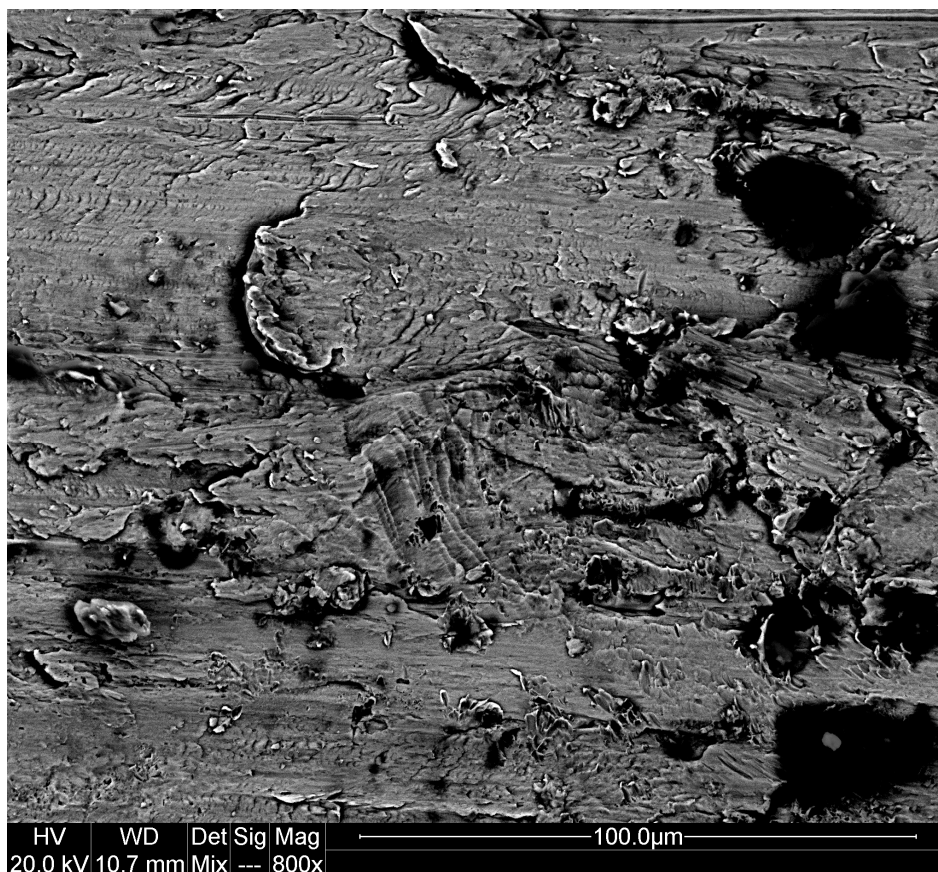


Fig.5. Fotografia z mikroskopu SEM ukazująca nieregularną powierzchnię próbki meteorytu. Wewnętrznie nie wykazuje on żadnego uporządkowania.

Podsumowanie:

Wykonane analizy potwierdziły, że dostarczone do badań próbki to meteoryt żelazisto- nikłowy w typie ataksytu. Potwierdza to za równo ilość niklu w zbadanych próbkach (powyżej 16%) jak również nieuporządkowana struktura wewnętrzna utworzona kamacytu i taenitu.

Literatura:

Budka P.Z., 1984. Speculations on the Formation of Metallic Meteorite Phases, Meteoritics: The Journal of the Meteoritical Society, Vol. 19, No. 4.

Budka P.Z., 1996. The Evolution of Meteoritics and Metallurgy, Meteorite, Vol. 2 No. 3.

Budka P.Z., 2003. Reconstructing Meteorite Microstructures, Advanced Materials & Processes, Vol. 161, No. 5.

Folco, L., Di Martino, M., Barkooky, A.E., D'Orazio, M., Lethy, A., Urbini, S., Nicolosi, L., Hafez M., Cordier C., van Ginneken M., Zeoli, A., Radwan, A.M., Khrepy, S.E., Gabry, M.E., Gomaa M., Barakat, A.A., Serra, R. and Sharkawi, M.E., 2010. The Kamil Crater in Egypt. Science, v.329, no.5993.

Lawrence A.T., 2009. Meteorite fusion crust variability, MaPS 44, nr 6.

Maneck A., 1975. Meteoryty, pyły kosmiczne i skały księżycowe, PAN.

Moskowitz C., 2010. Pristine Impact Crater Discovered in Egypt Desert. Space.com

Strony internetowe:

<http://www.encyclopedia-of-meteorites.com/>

<http://www.woreczko.pl/meteorites/features/Glossary.htm>