

## O czym wiedzieli Wikingowie...

Około 890 roku Wulfstan, podróżujący w misji władającego Anglią Alfreda Wielkiego, wyruszył z Hedeby na Półwyspie Jutlandzkim, by po siedmiu dniach żeglugi dopłynąć do położonego nad jeziorem Drużno pruskiego portu Truso (koło dzisiejszego Elbląga), którego pozostałości odnaleziono dopiero na początku lat osiemdziesiątych naszego stulecia. W relacji podróżnika znajduje się następujący, zagadkowy fragment:

„A Estowie posiadają taką umiejętność, że potrafią wytwarzać zimno. I dlatego nieboszczyk leży tam długo i nie rozkłada się, ponieważ działają na niego zimnem. A jeśli postawi się dwa naczynia pełne piwa lub wody, potrafią oba zamrozić, obojętnie czy jest lato, czy zima.”

Czy słowa te są wyłącznie produktem wyobraźni średniowiecznego wędrowca, czy może kryje się w nich ziarno prawdy? Gdyby chodziło jedynie o nieznaczne obniżenie temperatury, rzecz byłaby prosta, można wykorzystać do tego zjawisko parowania. W krajach Południa znane są naczynia (zwane w Hiszpanii „alcarraze”, a w Egipcie „gole”) wykonane z niewypalanej gliny, mające tę własność, że przechowywana w nich woda ma niższą temperaturę niż otoczenie. Dzieje się tak dlatego, że woda przesącza się przez ścianki naczynia, wykonanego (co ważne) z niewypalanej gliny, i paruje z jego zewnętrznej powierzchni, odbierając ciepło od znajdującej się w nim wody. Im wyższa temperatura powietrza i im mniejsza jest jego wilgotność, tym intensywniejsze jest parowanie, a co za tym idzie – większa różnica temperatur, jaką można osiągnąć. Nie przekracza ona jednak kilku stopni Celsjusza. Tymczasem Wulfstan pisał:

„Gdy umrze tam jakiś człowiek, nie spalony on leży w swoim domu u rodziny i przyjaciół jeden miesiąc lub niekiedy dwa, królowie zaś i inni wysoko postawieni ludzie o tyle dłużej, ile więcej mają bogactw, niekiedy przez pół roku nie są oni spaleni i leżą na wierzchu w swoich domach.”

Obniżenie temperatury pozwalające zahamować biologiczne procesy rozkładu musiałoby być znaczne, wymagałoby temperatur poniżej 0°C. Nie wchodzi tu w grę magazynowanie lodu. Musiałoby go być dużo, co nawet przy założeniu, że 1100 lat temu panował w Europie chłodniejszy klimat, byłoby raczej niemożliwe. Co więcej, mieszkańcy Północy ten sposób byłby znany lepiej niż Bałtom, byłby też dla niego czymś zwyczajnym, a więc niegodnym wzmianki. Wulfstan mówi o „wytwarzaniu zimna”, czyli o jakiejś aktywnej działalności, nieznaney w jego kręgu kulturowym. Wydaje się, że wytworzenie dużej różnicy temperatur wymaga zaawansowanej techniki. Zdrowy sceptycyzm nakazuje potraktować relację Wulfstana jako wytwór fantazji, gdyby nie rozwiązanie innej fascynującej zagadki pochodzącej z tej samej epoki.

Żeglujący po północnych morzach Wikingowie nie znali kompasu, a mimo to byli doskonałymi nawigatorami i potrafili (jak podają stare norweskie sagi) określić położenie Słońca nawet wtedy, gdy nie było ono widoczne. Pieśni mówią, że posługiwali się w nawigacji „kamieniami słonecznymi”. Można rzec: fantazja poety. A jednak...

Zagadka została rozwiązana w latach sześćdziesiątych naszego stulecia. Położenie Słońca można określić na podstawie stopnia polaryzacji światła rozproszonego w ziemskiej atmosferze, zależy on od kierunku obserwacji względem kierunku do Słońca. Polaryzację światła można badać posługując się kryształami dichroicznymi.

## Jak porowaty lód przewodzi ciepło i co to ma wspólnego z kometami

Konrad KOSSACKI

Określenie *porowaty lód* jest bardzo ogólne. Porowatym lodem jest zarówno świeży śnieg, jak i zamrożona woda z kranu (kto nie wierzy, niech zmierzy gęstość i porówna z wartością tablicową dla czystego lodu). Różnica między podanymi przykładami porowatego lodu polega przede wszystkim na wielkości porów i ich łącznej objętości. Zazwyczaj zamiast objętości porów podaje się stosunek objętości porów do objętości całej substancji z porami włącznie, nazywany porowatością. Dodatkową różnicą między śniegiem i zamrożoną wodą jest to, że pory w świeżym śniegu są ze sobą połączone, podczas gdy w zamrożonej wodzie występują w postaci zamkniętych pęcherzyków. Na ogół, przy porowatości poniżej 0,2–0,3 wszystkie pory w lodzie są oddzielone od siebie, a przy porowatości większej procent porów połączonych rośnie ze wzrostem porowatości. Tak więc podstawowe parametry charakteryzujące porowaty lód to jego porowatość i przeciętny rozmiar porów.

Jedną z najciekawszych właściwości porowatego lodu jest jego przewodnictwo cieplne, które w zależności od warunków może być wyższe lub niższe od przewodnictwa cieplnego lodu nieporowatego. Dokładny opis transportu ciepła w śniegu – czy ogólniej – w porowatym lodzie jest bardzo skomplikowany. Aby problem uprościć, można, na przykład, zapomnieć o istnieniu powietrza w porach. Założenie to jest nie tylko wygodnym uproszczeniem, ale dokładnie odpowiada warunkom występującym na powierzchni ciał kosmicznych pozbawionych atmosfery. Takich ciał kosmicznych jest wiele, na przykład są to komety. Wprawdzie w czasie przelotu komety przez centrum Układu Słonecznego jej jądro jest otoczone wyraźnie widocznym obłokiem, ale gęstość tego obłoku jest znikoma. Będziemy więc utożsamiać pojęcia *kometa* i *jądro komety*. Są przynajmniej dwa powody, dla których komety zasługują na szczególną uwagę.



1) Jądro komety składa się prawie wyłącznie z lodu i skały. Przyjmuje się, że przed pierwszą wizytą w centralnej części Układu Słonecznego kometa jest bryłą luźno związanych ziarenek lodu i okruchów skalnych. Gęstość jądra komety Halleya (wyznaczona w czasie jej ostatniego przelotu przez centrum Układu Słonecznego) jest znacznie mniejsza od gęstości lodu – przynajmniej dwukrotnie, to znaczy porowatość jądra wynosi przynajmniej 0,5. Nie jest to wcale rekord. Kometa Du Toit-Hartley ma jądro, w którym aż 80% objętości jest puste. Można więc uznać, że jądro komety jest dobrym przykładem bryły porowatego lodu umieszczonego w próżni (choć zanieczyszczonego skalnymi okruchami). Szczęśliwie przewodnictwa cieplne lodu i skały są zbliżone, a w temperaturze około 140 K są nawet równe. Z tego powodu zaniedbanie obecności ziarenek skały przy analizie przewodnictwa cieplnego nie jest wielkim błędem. Duże porowatości pozwalają przyjmować, że większość porów jest połączona. Jeśli chodzi o rozmiar porów, to będziemy zakładać, że są nie większe niż 0,1 milimetra.

2) Analizy materiału wyrzucanego z jądra komety Halleya, wykonane przez satelitę Giotto podczas jego zbliżenia do tej komety w 1986 roku, pozwalają sądzić, że skład tej komety (a więc prawdopodobnie i innych) pozostał prawie nie zmieniony od powstania Układu Słonecznego. Dokładne zbadanie jądra komety byłoby więc bardzo pouczające.

Najdokładniejszym sposobem poznania budowy komety jest pobranie próbki z jej powierzchni.

Istnieje już projekt wysłania satelity na jedną z lepiej poznanych komet. Program nosi nazwę ROSETTA i prawdopodobnie będzie realizowany wspólnie przez NASA i Europejską Agencję Kosmiczną ESA. Ze względu na koszty tego przedsięwzięcia termin jego realizacji nie jest jeszcze określony.

Wysłanie próbnika lądującego i wykonującego wiercenia wymaga wcześniejszego oszacowania wytrzymałości powierzchni komety. Dobrze by było, gdyby wytrzymałość ta była jak najmniejsza, gdyż ze względu na znikomą siłę przyciągania grawitacyjnego komety (na powierzchni komety Halleya jest ona około dziesięć tysięcy razy mniejsza niż na Ziemi) próbnik może nie zapaść się przy lądowaniu. Wywiercenie otworu w celu pobrania próbki będzie wtedy bardzo trudne, ponieważ znikoma grawitacja uniemożliwi dociśnięcie wiertła.

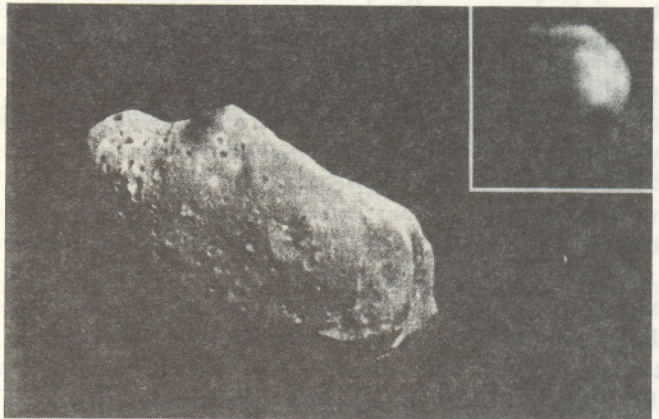
Po przebadaniu naturalnie występujących w Skandynawii kryształów o tej własności stwierdzono, że najlepszym kandydatem do miana „kamienia słonecznego” jest kordieryt  $Mg_2Al_3(AlSi_5O_{18})$ . Piękne, jubilerskie kordieryty znajdowane są w Norwegii i Finlandii, a także w Szwajcarii. W Polsce można je gdzieś spotkać w Sudetach. Kordieryt pozwala znaleźć położenie Słońca z dokładnością do  $2;5$ , nawet jeśli znajduje się ono  $7^\circ$  poniżej linii widnokregu. Dla Wikingów pływających często poza kręgiem polarnym takie kamienie musiały być czymś bezcennym. Ten sposób nawigacji stosowany jest czasem w lotnictwie. Tak zwany kompas zmierzchu, którego istotnym elementem jest filtr polaryzacyjny, stosowany jest do określenia położenia Słońca po jego zachodzie, na podstawie zmian polaryzacji błękitu nieba wraz z kierunkiem obserwacji.

Może więc warto czasem potraktować poważnie stare legendy i kronikarskie zapisy, które w pierwszej chwili wydają się nam wątpliwe i z szacunkiem spojrzeć na umiejętności naszych przodków lub współczesnych nam ludów, które zwykliśmy uważać za dzikie...

Krzysztof REJMER

## Patrz w niebo

Dzięki misjom Pioneerów i Voyagerów odkrytych zostało wiele nowych satelitów planet Układu Słonecznego, stale odkrywane są nowe satelity Słońca, tj. planetoidy (w tym również pozapłutonowe), odkryto satelity pulsara, czyli właściwie planety obiegające inną gwiazdę (nasz rodak, Aleksander Wolszczan pracujący w USA), wreszcie w lutym tego roku odkryto pierwszego satelitę planetoidy. Mianowicie analiza obrazów przesłanych przez sondę Galileo (zmierzającą ku Jowiszowi) wykazała, że planetoida 243 Ida ma małego towarzysza. Sama Ida to nieregularny blok skalny o najdłuższym wymiarze 56 km, jej satelita jest nawet bardziej niż ona zbliżony do kuli o średnicy nie przekraczającej 1 km. Przypuszcza się, że obrazy uzyskane w ciągu kilku następnych miesięcy ukażą go dokładniej.



Za wcześnie jest, oczywiście, dociekać, jakie jest pochodzenie tego satelity. Przechwycenie drobnego okruchu materii przez planetoidę jest niezmiernie mało prawdopodobne ze względu na słabą grawitację planetoidy i konieczność udziału w takim wydarzeniu jakiegoś trzeciego ciała. Raczej można się spodziewać, że satelita jest fragmentem Idy, który od niej niezbyt gwałtownie odpadł wskutek zderzenia z innym okruchem lub wskutek rotacji planetoidy. Cokolwiek zaszło w przeszłości i tak musiało być fenomenem wyjątkowym, bowiem wynikiem jest układ, w którym prędkości względne są rzędu 100 m/s, podczas gdy normalnie tak małych prędkości względnych w Układzie Słonecznym po prostu nie ma.

Tomasz KWAST