

WGŁĘBNE WODY MARSA

UKD 523.43:551.491

Kozwoj życia na Ziemi w różny sposób związany jest z atmosferą, środowiskiem wodnym i wodnymi roztworami soli mineralnych. Innymi słowy woda okazała się kolebką życia, gdyż w całym rozwoju planety była odżywczym środowiskiem i zanik jej byłby przyczyną zagłady wszelkiego życia na planecie. Dlatego badania hydrosfery i atmosfery mają istotne znaczenie w rozwiązaniu problemu istnienia życia na innych planetach. Naturalnie, że pozytywne rozwiązanie problemu obecności wody w atmosferze nie rozwiązuje jeszcze zagadnienia o istnieniu życia, ale stwarza przesłanki jego rozwoju i egzystencji w tych, czy innych formach.

Woda i powietrze okazują się jednocześnie czynnikami rozluźniającymi i przenoszącymi produkty wietrzenia skał. Dodatkowo formy rzeźby terenu powstają na ogół pod wpływem wewnętrznych (endogenicznych) sił planety. Zniszczenie takich form i niwelacja powierzchni urzeczywistnia się przeważnie zewnętrznymi (egzogogenicznymi) siłami. W procesie denudacji wyrównywania ładu woda zakłada w geosynklinach fundamenty gór. W ten sposób wraz z powietrzem tworzą w naturalnym procesie zewnętrzne oblicze naszej planety. Dlatego zbadanie hydrosfery i atmosfery tej, czy innej planety może dać klucz do rozwiązania zagadnienia o warunkach rozwoju życia organicznego, pomaga poznać osobliwości rzeźby badanej planety, a także pomaga w sądach o przebiegających tam współczesnych procesach wietrzenia i sedymentacji.

Woda stanowi najważniejsze i nieodzowne tworzywo dla początkowych badań przyrody innych planet, a w szczególności Księżyca i Marsa. Wiadomo, że na księżycu brak atmosfery i otwartych zbiorników wody typu mórz, jezior czy rzek, zatem rzeźba jego znajduje się w swym pierwotnym stanie, zmieniającym się tylko pod wpływem procesów wulkaniczno-magmowych, upadku meteoroidów, a także pod wpływem fizycznego wietrzenia, uwarunkowanego ostrą zmianą temperatur na powierzchni Księżyca i wspólnie z działaniem siły ciężkości powodującej powstawanie osypisk i osuwisk. Nie znamy na Księżycu innych czynników wpływających na rzeźbę terenu, rozluźnianie, przenoszenie i ponowne ułożenie skał.

Nieco odmienne warunki spotyka się na Marsie, którego fizyczne warunki są bardziej zbliżone do ziemskich. Na Marsie, tak jak i na Ziemi, jest atmosfera, jednak jej ciśnienie na powierzchni planety wynosi, według dawniejszych obserwacji fotometrycznych i polaryzacyjnych, tylko 90 milibarów, a według ostatnich danych otrzymanych przez sondę „Mariner-4” nie więcej niż 20 milibarów lub 15 mm słupa rtęci (według aneroidu). W atmosferze ziemskiej takie ciśnienie jest na wysokości 28 km. Odpowiada to 2% barometrycznego ciśnienia na powierzchni oceanu ziemskiego. Temperatura wrzenia wody przy ciśnieniu na powierzchni Marsa ok. 20 milibarów jest blisko +21 °C, a przy ciśnieniu 90 milibarów wynosi +43 °C.

W atmosferze Marsa obserwowano chmury przemieszczające się w niektórych przypadkach z szybkością 30 km/godz., co świadczy o obecności ruchów powietrza. Charakterystyczne są dla Marsa, obserwowane w teleskopie, związane z sezonowymi zmianami tzw. „polarne czapki”. W momencie największego rozprzestrzeniania „czapek” (koniec marsjańskiej zimy) ta biała pokrywa rozprzestrzenia się do 60–50°, a niekiedy do 45° szerokości. Z nadejściem ciepłego okresu „polarna czapka” zaczyna się zmniejszać i jej granica stopniowo przesuwa się do bieguna. Szybkość takiego ustępowania niekiedy dochodzi do 100 km/dobę. Materiał budujący „polarne czapki”, według opinii większości badaczy, składa się z lodu

i śniegu, nad którymi znajdują się utwory chmur. „Polarne czapki” Marsa, jego chmury i mgły umożliwiają przypuszczenie obecności pewnych ilości wody, jednak krążenie jej na tej planecie w znacznym stopniu różni się od obiegu wody na powierzchni Ziemi.

W ogólnym zarysie obiegu wody w warunkach ziemskich można wyrazić w następującym schemacie: „wodne baseny (ciekła i częściowo stała faza) — atmosfera (gazowa, ciekła i stała faza) — ład (ciekła i stała faza) — wodne baseny (ciekła i częściowo stała faza)”. Surowość klimatu Marsa (średnia roczna temperatura powierzchni tej planety: —23 °C; a Ziemi: +15 °C), brak odkrytych zbiorników wodnych, a także niska temperatura wrzenia tworzą specjalne warunki obiegu wody na Marsie, wyrażające się następującym ogólnym schematem: „ład (głównie faza stała) — atmosfera (gazowa i stała faza) — ład (głównie faza stała)”. Innymi słowy opady na powierzchni Marsa (jak można przypuszczać) są tylko w stanie stałym, przechodzącym bezpośrednio w stan gazowy, z tym by znów w atmosferze przeobrazić się w stan stały i opaść na powierzchnię planety.

Na Ziemi woda znajduje się nie tylko w atmosferze i na jej powierzchni, lecz zapełnia sobą niżej strefy aeracji wszystkie pory i pustki litosfery. Można przypuszczać, iż z podobnym zjawiskiem powinniśmy się spotkać na Marsie. Termiczne warunki powierzchni Marsa różnią się zasadniczo od ziemskich, jednak łatwo można znaleźć analogię z naszą planetą. Średnia roczna temperatura na równiku Marsa wynosi —3 °C, a —18 °C na szerokości 40°. W NIE części ZSRR (Jakucka ASRR, rejon Magadan) spotyka się obszary ze średnią roczną temperaturą zbliżoną do średniej rocznej Marsa na szerokości 40°. Są to: obszar Ojmiakon (—16,9 °C, z absolutnym minimum —71 °C), Dielankyr (—17 °C, z absolutnym minimum —70 °C) i Artyk (ze średnioroczną —17 °C). Takie niskie temperatury NE części ZSRR uwarunkowały rozprzestrzenienie tam warstwy wiecznej zmarzłoci. Rejon NE części ZSRR z najbardziej niskimi średniorocznymi temperaturami (od —12 do —17 °C) odpowiada, jeżeli chodzi o warunki termiczne, szerokości 30–40° Marsa i charakteryzuje się prawie powszechnym rozprzestrzenieniem wiecznej zmarzłoci, mającej absolutną miąższość dochodzącą do 600 i więcej metrów. Również i tu spotyka się tzw. „przebijające lejki”, przez które na powierzchnię wydostają się niekiedy stosunkowo silne źródła wód ze stref pod zmarzłocią.

Drugi pas wiecznej zmarzłoci odpowiada średniej rocznej temp. od —8 do —12 °C, co w przybliżeniu odpowiada termicznym warunkom na aerograficznej (marsjańskiej — przyp. tłumacza) szerokości 20–30°. Miąższość warstwy wiecznej zmarzłoci obniża się tu do 100–450 m. Częściej też spotyka się przebijające lejki, z którymi wiążą się większe ilości wypływających chłodnych i gorących źródeł. Trzeci rejon ze (średnią roczną temperaturą —7 °C i wyżej), odpowiadający równikowej strefie Marsa do równoleżników ±20°, charakteryzuje się wyspowym rozprzestrzenieniem wiecznej zmarzłoci.

Posługując się metodą analogii można wysunąć przypuszczenie o istnieniu na Marsie strefy wiecznej zmarzłoci od szerokości ±40° do północnego i południowego bieguna. W miarę zbliżania się do równika miąższości warstwy wiecznej zmarzłoci będą przerywane przebijającymi lejkami, których ilość oraz powierzchnia przez nią zajęta znacznie wzrasta w miarę zbliżania się do równoleżnika 20°, a między równikiem i równoleżnikiem ±20° prawdopodobnie wystąpi przewaga na ogół roztających skał, a skały

wiecznej zmarzłoci będzie można spotkać w postaci oddzielnych izolowanych wysp. Najprawdopodobniej przebijające lejki będą się wiązać przeważnie z ciemnymi obszarami powierzchni czerwonej planety i z jej „morskimi” przestrzeniami. Ten wniosek wynika z obserwacji, które wykazują, że średnia temperatura ziemnych obszarów („mórz”) jest wyższa o 10—13°C od temperatury jasnych obszarów („łądów”) w tamtejsze południe.

Termiczne warunki NE części ZSRR, a także warunki tamtejszych wód głębinowych pozwalają nakreślić drogi formowania głębokich wód Marsa. W ogólnym zarysie można to sprowadzić do następujących wniosków: wodne pary pochodzenia juwenilnego (wilgoć litogeniczna — patrz G. N. Katterfeld — K. woprosu o tektoniczekom proischożdenii linejnych obrazowanij Marsa”. Izw. Gleogr. Obszcz. SSSR, 1959, t. 91, nr 3, str. 272—283) wydźwigały się z głębokiego wnętrza planety, a przy podejściu do skał z obniżoną temperaturą kondensowały i tworzyły horyzonty wodonośne znajdujące się pod wysokim ciśnieniem hydrostatycznym. Poprzez tektoniczne rozłamy i szczeliny w marsjańskiej litosferze woda może podnosić się na powierzchnię planety i tworzyć róż-

norodne źródła pod względem składu, temperatury i wydajności. Wydzielająca się z większych głębokości na powierzchnię planety woda, prawdopodobnie dość szybko przechodzi w stan gazowy. Maksymalna ilość takich źródeł można spotkać w przyrównikowej strefie w rejonach rozprzestrzeniania „mórz”, a w miarę oddalania się od równika zmniejsza się prawdopodobieństwo ich znalezienia.

Dlatego też z punktu widzenia zaopatrzenia w wodę przyszłych marsjańskich kosmonautów najbardziej sprzyjającymi miejscami ich „ładowania” są „morskie” rejon przyrównikowej części Marsa — takie jak np. *Syrtis Maior*, *Sinus Sabaenus*, *Sinus Margaritifer*, *Sinus Meridiani*, *Lacus Tithonius*, *Nodus Gordii*.

W nakreślonym schemacie powstawania i dynamiki marsjańskich wód wgłębnych nie ma miejsca dla tak zwanych głębinowych mórz i oceanów, jak je rysuje moskiewski astronom W. D. Dawidow (Jest li woda na Marsie?, *Priroda*, 1960, nr 9). Takie głębinowe oceany nie mogą istnieć zarówno w warunkach ziemskich, jak i innych planet.

(Z rosyjskiego przełożył T. Gałkiewicz)

SUMMARY

The present article reflects the discussions about deep waters that occur on the planet Mars. The authors, Soviet scientists, drawing an analogy with the Earth, ascertain that the north-eastern areas of the Soviet Union show a great thermal resemblance to the mean annual temperatures existing on Mars at 40° of latitude. Using the method of analogy, the authors suppose that on Mars, zones of permafrost occur, ranging from ±40° of latitude as far as the north and the south poles. Thermal conditions of the north-eastern areas of the USSR, and those of local deep waters allow to trace the ways of formation of deep waters on Mars.

РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается проблема глубинных вод Марса. Авторы — советские ученые, проводя аналогии с Землей, приходят к выводу, что северо-восточные пространства СССР характеризуются большим сходством средних годовых температур с планетой Марс на широте 40°. Используя метод аналогии авторы предполагают, что на Марсе существуют зоны вечной мерзлоты, простирающиеся от широты ± 40° до северного и южного полюсов. Термические условия и закономерности распространения глубинных вод северо-восточной части СССР позволяют предполагать о путях формирования глубинных вод на Марсе.