

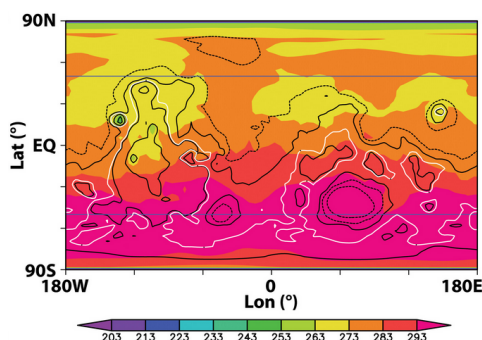


Terraformacja Marsa to nie tylko tytuł popularnej gry planszowej, ale też zagadnienie naukowe, nad którym na serio głowi się wielu naukowców. Pomysłowa na to, jak globalnie wpłynąć na warunki panujące na Czerwonej Planecie i zmienić je na bardziej sprzyjające dla ludzi, jest wiele. Niektóre są przerażające – jak zbombardowanie lodowych czap Marsa głowicami nuklearnymi (metoda, która zresztą prawdopodobnie dałaby odwrotny efekt do założonego). Inne są trochę mniej wybuchowe, np. wprowadzenie do atmosfery Marsa dużych ilości amoniaku lub metanu, które miałyby wywołać „efekt cieplarniany” na planecie. Jeszcze inne zakładają instalację luster na orbicie Marsa, które odbijałyby promienie słoneczne i kierowały je w stronę Marsa, ocieplając w ten sposób planetę. Jest jednak jeden zasadniczy problem z wszystkimi tymi metodami – wymagają dostarczania ogromnej ilości surowców z Ziemi na Marsa, co oczywiście byłoby niewyobrażalnie kosztowne. Idealna metoda terraformacji Marsa powinna więc wykorzystywać surowce dostępne na Czerwonej Planecie.

Problemem, jakim trzeba się zająć w pierwszej kolejności, jest ogrzanie planety. Średnia temperatura przy powierzchni Marsa to -65°C . Ale temperatury na Marsie nie zawsze są tak niskie. Marsjański łazik *Perseverance* zarejestrował temperatury powietrza przy powierzchni w przedziale od całkiem znośnych -13°C do zabójczych -83°C . Takie temperatury nie są spowodowane tylko większą odległością Marsa niż Ziemi od Słońca. Większość ciepła, jakie dociera do Marsa, „ucieka” z planety w przestrzeń kosmiczną, ponieważ jego atmosfera jest zbyt cienka, aby to ciepło zatrzymać, tak jak ma to miejsce

na Ziemi. Ocieplenie Marsa tylko o około 28°C mogłoby rozpocząć roztopianie znajdującego się na planecie lodu i umożliwienie rozkwitu życia mikrobiologicznego.

Musimy więc zrobić dokładnie to, z czym w tym momencie walczymy na Ziemi. Wprowadzić do atmosfery Marsa substancje, które rozpoczną na nim efekt cieplarniany na ogromną skalę. Taką właśnie metodę zaproponowali naukowcy z University of Chicago, Northwestern University w Illinois i University of Central Florida. Udowodnili oni, że „zanieczyszczenie” atmosfery Marsa pyłem składającym się z żelaza lub aluminium wydobytych ze skał na Marsie mogłoby ogrzać planetę o około 30°C (patrz rysunek) w czasie od kilku miesięcy do nawet ponad dekady, w zależności od tego, jak szybko cząstki metali byłyby uwalniane.



Spodziewane temperatury w ciepłych porach roku (w skali Kelvina, kolorowe cieniowanie) na Marsie po dodaniu 160 mg/m^2 nanocząstek (brokatu) aluminium do atmosfery. Kolory skali reprezentują temperatury z przedziału -70°C do $\sim 20^{\circ}\text{C}$.

Źródło: Samaneh Ansari et al. 2024, *Science Advances*, Vol. 10, Issue 52

Taki pył żelaza i aluminium musiałby się składać z cząstek o rozmiarach około 9 mikrometrów długości i 160 nanometrów średnicy. Czyli byłyby one niewiele mniejsze od... brokatu. „Brokat” ten byłby rozpylany na powierzchni Marsa i przenoszony przez wiatr do górnej części atmosfery Czerwonej Planety. Po uniesieniu do atmosfery „brokat” marsjański osiadałby znacznie wolniej niż standardowy pył marsjański, co oznaczałoby, że pozostałby w atmosferze Marsa przez długi czas. Według badań około dekady, zatrzymując ciepło z powierzchni i przepuszczając światło słoneczne. Oczywiście nadal potrzebne byłyby miliony ton brokatu, który trzeba by wyprodukować na Marsie z dostępnych tam surowców, ale według szacunków naukowców metoda ta byłaby około 5000 razy bardziej efektywna (pod względem ocieplenia na jednostkę masy koniecznego materiału) niż pozostałe metody. A to znacznie zwiększa wykonalność projektu.

Oczywiście po takim zabiegu na Marsie wciąż nie będzie wystarczająco dużo tlenu, by ludzie mogli na nim przeżyć bez wspomaganie. Ale za to będzie ciepło... i błyszcząco.

Anna DURKALEC

Zakład Astrofizyki, Departament Badań Podstawowych, Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Na podstawie artykułu: Samaneh Ansari, Edwin S. Kite, Ramses Ramirez et al., 2024, „Feasibility of keeping Mars warm with nanoparticles”, *Science Advances*, Vol. 10, Issue 32.