

Przemysław Mróz
Wydział Fizyki

Astrogórnictwo

Ziemia wydaje się być nieskończona. Mamy nieskończenie wiele kropli wody w oceanach, nieskończenie dużo ziarenek piasku na plażach itd. Ale to tylko pozory.

Zasoby na Ziemi są ograniczone. W mediach często słyszy się ostatnio, że ropy naftowej i gazu ziemnego starczy na 40-50 lat [1]. Uran, równie dobre paliwo, zapewni ludzkości energię na 80 lat [2]. Co potem?

Przemysł wysokich technologii też korzysta z wielu rzadkich pierwiastków. Szacuje się, że zasoby m.in. antymonu, cynku, cyny, srebra, indu, złota, ołowiu i miedzi wyczerpią się za 50-60 lat [3].

Szukając surowców, patrzymy zazwyczaj w głąb Ziemi. Być może w (niedalekiej) przyszłości będziemy zmuszeni spojrzeć w górę, na naszego najbliższego towarzysza – Księżyc, lub „przelatujące” blisko planetoidy.

Księżyc mógłby stać się praktycznie nieskończonym źródłem energii Ziemi. Oczywiście nie ma na nim ani węgla kamiennego, ani ropy, ani gazu (surowce te powstają z materii organicznej), ale na jego powierzchni gromadzą się cząstki helu-3. Dlaczego nieskończonym? Otóż hel-3 wchodzi w skład wiatru słonecznego, strumienia cząstek wyrzucanych przez naszą gwiazdę. Tak długo, jak długo „świeci” (czyli spala wodór) Słońce, możemy spodziewać się „dostaw” tego surowca na Księżyc.

Dlaczego hel-3? Jest świetnym paliwem do reaktorów termojądrowych (wykorzystujących syntezę lekkich jąder, podobnie jak gwiazdy). Co prawda obecnie istnieje tylko kilka takich reaktorów (w dodatku eksperymentalnych), ale to właśnie w nich upatruje się następców elektrowni nuklearnych. Na Ziemi hel-3 występuje w śladowych ilościach, stąd plany eksploatacji Księżyca.

Skład chemiczny skał księżycowych jest zbliżony do składu chemicznego skorupy i płaszcza Ziemi. Nie znajdziemy więc tam dużych ilości ciężkich pierwiastków. Występujące na Księżycu skały, o dużej zawartości minerałów: anortytu i ilmenitu, są natomiast bardzo dobrymi źródłami żelaza i tytanu.

Z kolei asteroidy, zbudowane z pierwotnej materii, zawierają dużo rzadkich pierwiastków. Planetoidy typu M („metallic”), są zbudowane z żelaza i niklu. Zawierają również m.in. kobalt, złoto, platynę i uran. Nawet niewielka, kilkukilunastometrowa planetka, „przelatująca” w pobliżu Ziemi, byłaby doskonałym źródłem surowców.

Jak poradzić sobie z wydobywaniem i transportem na Ziemię? Niewątpliwie bardzo dobrym rozwiązaniem byłaby flota wahadłowców. Obecnie promy kosmiczne NASA wysyła nie na orbitę, a do muzeów (właśnie dziś wieczorem Endeavour miał wystartować po raz ostatni). Coraz częściej słyszy się o programie kosmicznym Rosjan, Chińczyków i Amerykanów oczywiście. Powstają również projekty prywatne, choćby SpaceShipOne.

Wykorzystać można byłoby również „windę do nieba”, ale nie znamy materiałów dostatecznie wytrzymałych, żeby utrzymać konstrukcję. (Znamy, ale nie potrafimy wytworzyć nanorurek o dużych rozmiarach).

Innym problemem jest samo wydobycie. Wysyłanie „astrogórników” pociąga ze sobą wiele komplikacji (dostarczanie tlenu, jedzenia itd.). Rozsądnym rozwiązaniem jest więc użycie zdalnie sterowanych maszyn/robotów. W przypadku planetoid, materiał skalny można „zdrapywać” z ich powierzchni, bez konieczności kopania szybów.

Istnieje też wiele innych koncepcji, choćby budowa baz na Księżycu lub „przechwycenie” asteroidy, tak żeby została uwięziona przez pole grawitacyjne Ziemi.

Po rozwiązaniu wszystkich problemów natury technologicznej, pozostaje pytanie o opłacalność. W przypadku księżycowego helu-3 wystarczyłyby trzy loty rocznie, aby dostarczyć 100 t gazu [4]. Koszt lotu wahadłowca to obecnie około 900 mln dolarów [5], więc prosty rachunek daje 27 mln USD / tonę! Jednak wobec ogromnej ilości energii wydzielanej w reakcji syntezy, przy założeniu 10% sprawności reaktorów, 100 kWh energii kosztowałoby zaledwie 1 dolara!

Nawet gdyby wziąć dziesięciokrotnie większe koszty, jak w lotach Apollo, produkowana energia byłaby równie tania.

Z kolei zyski ze sprzedaży planetoidy są również astronomiczne. W swojej książce John Lewis oblicza, że średniej wielkości asteroida Amun jest warta około 20 bilionów dolarów: 8 bln – żelazo i nikiel, 6 bln – kobalt, 6 bln – pierwiastki z grupy platynowców [6]. A podobno od wydania książki, ceny platyny wzrosły trzykrotnie...

„Astrogórnictwo” to odległa przyszłość. Minie wiele lat zanim ludzkość rozwinie technologie na tyle, żeby latać w kosmos i eksploatować pobliskie ciała niebieskie. Nowe materiały, nowe komputery, nowe maszyny... Tania energia ... (?) Ciekawe, co przyniesie przyszłość.

[1] W 2050 skończy się ropa <http://gospodarka.dziennik.pl/news/artykuly/160230.w-2050-skonczy-sie-ropa.html>

[2] World Nuclear Association, *Supply of Uranium* <http://world-nuclear.org/info/inf75.html>

[3] Cohen D., *Earth's natural wealth: an audit*
http://www.science.org.au/nova/newscientist/027ns_005.htm

[4] Piotrowska A., *Wojna o księżycowe złoża rozpoczęta*, *Dziennik*, 31.07.2006

[5] Marszałek A., *45-lecie lotu Gagarina, ćwierćwiecze wahadłowców*
<http://news.astronet.pl/5338>

[6] National Space Society, *Asteroids* <http://www.nss.org/settlement/asteroids/>