



Мічіо Кайку

МАЙБУТНЄ КОСМІЧНИХ ПОДОРОЖЕЙ

Людство нагадує когось, хто руками тягнеться до зірок, а ногами загруз у болоті.

XXI сторіччя стане початком нової ери роботизованих досліджень космосу: ми, ймовірно, посылатимемо апарати на пошуки землеподібних планет, досліджуватимемо супутники Юпітера й, можливо, навіть дізнаємось, як виглядав Всесвіт у перші миті після Великого вибуху.

Роботизовані космічні апарати й надалі відкриватимуть нам нові перспективи для досліджень космосу. Порівняно з пілотованими польотами, космічні роботи дешеві й універсальні; їх можна запускати в небезпечні середовища; вони не потребують дорогих систем життєзабезпечення, і найголовніше – вони не мусять повертатися на Землю.

До кінця цього сторіччя науковці, ймовірно, створять базу на Марсі й, можливо, ще десь у поясі астероїдів. Наступною метою стане якась конкретна зоря. До 2100 року людство впритул наблизиться до нової ери космічних досліджень: польотів до зорь. Зорі – такі звабливо-близькі вночі й водночас такі далекі – наприкінці сторіччя перебуватимуть у фокусі уваги науковців-ракетників.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ІДЕЇ

Існує декілька експериментальних конструкцій, що можуть колись зробити небеса доступними для пересічної людини. Одна з них – „лазерний двигун”. Ракета складається з корисного вантажу й баку з водою на дні ракети; вода повільно просочується крізь малесенькі отвори в дні та під дією потужного лазерного променя, скерованого на днище ракети, мит-

тево випаровується, створюючи низку ударних хвиль. Велика перевага системи лазерної тяги полягає в тому, що енергія надходить від установки, розташованої на Землі. Лазерна ракета взагалі не містить палива.

Технологію системи лазерної тяги вже було продемонстровано: перше успішне випробування моделі відбулося 1997 року. Лейк Мірабо з Політехнічного інституту Ренселера в Нью-Йорку створив робочі прототипи такої ракети. Одна з його перших моделей мала в діаметрі 15 см. Лазер потужністю 10 кВт генерував низку вибухів знизу ракети, що звучали як кулеметна черга; повітряні ударні хвилі штовхали ракету з прискоренням $2g^1$.

Якщо за допомогою лазерної системи запускати півмільйона космічних кораблів на рік, то плата за ці запуски може переkritи й операційні витрати, й вартість розробки системи.

Другий варіант експериментальних ракетних конструкцій – газова гармата, що вистрілює з величезного дула своєрідні „снаряди”. Абрахам Герцберг із Вашингтонського університету в Сієтлі сконструював прототип такої гармати діаметром 10 см і довжиною 9 м. Газ усередині цієї гармати – це суміш метану з повітрям, стиснута до 25 атмосфер. Якщо цей газ запалити, то корисний вантаж розганяється в дулі з неймовірним прискоренням $30\,000g$.

Герцберг довів, що газова гармата може функціонувати. Проте, щоб запустити корисний вантаж у відкритий космос, дуло мусить бути значно довше – приблизно 230 м. Аби розігнати корисний вантаж до другої космічної швидкості, дуло має містити до п'яти різних ділянок

¹ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння на Землі.





Слінґатрон

з різними газами. Вартість запуску космічного апарата за допомогою газової гармати може виявитись навіть меншою, ніж за допомогою лазерної системи. Однак запускати у такий спосіб людей у космос надто небезпечно – так запускать лише твердий вантаж, що може витримати таке шалене прискорення. Третя експериментальна конструкція – „слінґатрон”, який спершу розкручує корисний вантаж, а тоді жбурляє його в повітря. Слінґатрон, який би міг пожбурити корисний вантаж у відкритий космос, мусить мати сотні тисяч футів у діаметрі; він мусить розганяти кулю доти, доки та не досягне швидкості 11 км на секунду. Куля вилітатиме з прискоренням 1000g.

Залишається ще розв'язати чимало технічних проблем, і найважливіша з них – тертя між кулею і трубою, яке мусить бути мінімальним. Повна розробка кожної з цих трьох моделей (за умови фінансування) займе не один десяток років.

ЗОРЯНІ КОРАБЛІ

Хоч сьогодні міжзоряний зонд для нас абсолютно нереальний, за 100 років усе може змінитися. Перше завдання – винайти нову систему тяги. Звичайна хімічна ракета летіла би до найближчої зорі приблизно 70 000 років. Так, два космічні зонди Voyager, що їх запустили 1977 року, встановили рекорд щодо дальності космічних польотів: на сьогодні вони віддалились від нас у відкритий космос приблизно на 16 мільярдів км, проте це лише малесенька часточка шляху до зір.

Науковці розглядають декілька конструкцій і систем тяги для міжзоряних апаратів: сонячне вітрило, ядерна ракета, прямоточний повітряно-реактивний термоядерний двигун, нанокораблі.

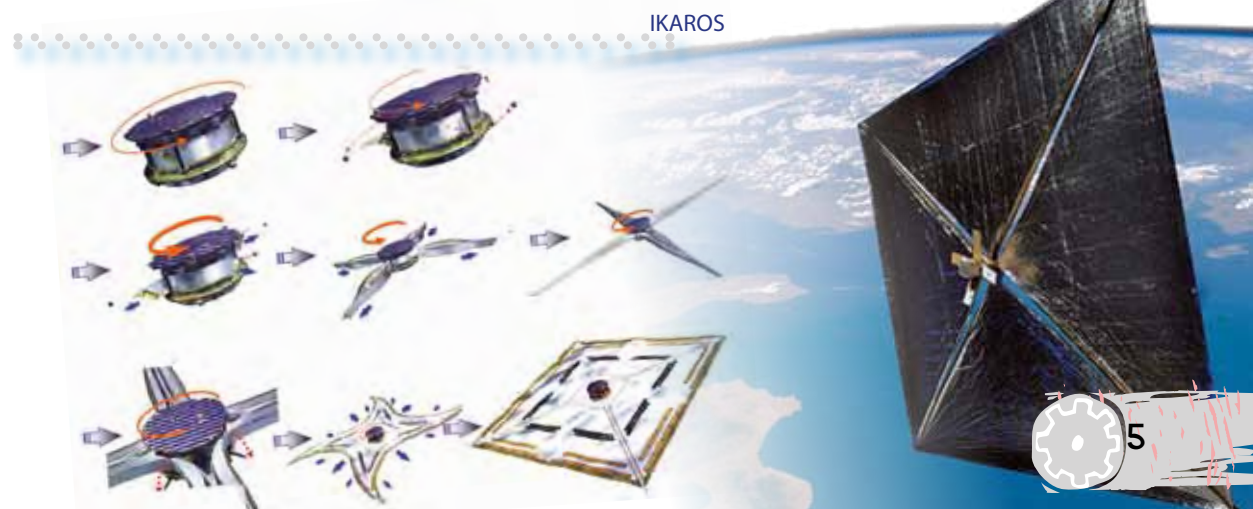
Принцип дії сонячного вітрила ґрунтується на тому, що світло, не маючи маси, має імпульс, а відтак, може створювати тиск. Хоч тиск сонячного світла надзвичайно слабкий – занадто слабкий, щоб ми могли відчувати його на собі, його буде достатньо, щоб штовхати зоряний корабель, якщо вітрило буде достатньо велике і якщо ми чекатимемо достатньо довго.



Один з найпалкіших прихильників ідеї сонячного вітрила, науковець NASA Лес Джонсон сказав мені, що його мета – створити велетенське сонячне вітрило з дуже тонкого, однак пружного й еластичного пластику. Це вітрило буде кілька миль завширшки, й будуватимуть його у відкритому космосі. Щойно його сконструюють, воно почне повільно обертатись довкола Сонця, поступово нарощуючи швидкість. Покружлявши довкола Сонця кілька років, вітрило вийде по спіралі за межі Сонячної системи й рушить до зір. Таке сонячне вітрило, як каже Джонсон, може розігнати космічний зонд до 0,1 швидкості світла і домчати його до найближчої зорі десь за 400 років.

Одна з проблем зоряного корабля з сонячним вітрилом полягає в тому, що його складно зупинити і скерувати в протилежний бік, оскільки світло рухається в напрямі від Сонця. Один варіант – розвернути вітрило й використати тиск світла від зорі-цілі, щоб сповільнити корабель. Інший варіант – облетіти довкола цієї далекої зорі, використавши її гравітацію, щоб створити так званий ефект гравітаційної „праці”² для зворотної подорожі. А ще один варіант – здійснити посадку на якомусь супутнику тієї зоряної системи, збудувати там батарею лазерів, а тоді летіти назад, використовуючи для прискорення світло зорі й лазерні промені.

У травні 2010 року Агентство аерокосмічних досліджень Японії успішно запустило IKAROS – перший космічний апарат, що має використовувати технологію сонячного вітрила в міжпланетному просторі. Він має квадратне вітрило з діагоналлю 20 метрів, що слугує йому двигуном, і прямує до Венери. Японці сподіваються за якийсь час запустити ще один космічний апарат із сонячним вітрилом до Юпітера.



²Тіло, що налітає на зорю, внаслідок гравітаційної взаємодії з нею під час її обходу набуває додаткової швидкості.



ЯДЕРНА РАКЕТА

Комісія з атомної енергії США вперше серйозно зацікавилась ракетами з атомними реакторами ще 1953 року, починаючи з проекту Rover. У 1950-х і 1960-х роках експерименти з атомними ракетами загалом закінчились невдало. Ці ракети переважно були нестабільні й надто складні в керуванні. До того ж, звичайний ядерний реактор просто не продукує достатньо енергії для зоряного корабля, і це легко довести. Типова атомна електростанція виробляє приблизно мільярд ват енергії – цього недостатньо, щоб долетіти до зір.

Але в 1950-х роках науковці запропонували використовувати як двигун для зоряного корабля атомні й водневі бомби, а не реактори. Наприклад, у проекті Оріон пропонувалось прискорювати ракету вибуховими хвилями від атомних бомб. Зоряний корабель мав скидати позаду себе одну за іншою атомні бомби, створюючи потужні спалахи рентгенівського проміння. Ударні хвилі від вибухів бомб штовхали би корабель уперед.

У 1959 році фізики з компанії General Atomics обчислили, що вдосконалена версія Оріона важила би 8 мільйонів тонн, мала би діаметр 400 м, а джерелом тяги їй слугували би 1 000 водневих бомб.

Палким прибічником проекту Оріон був фізик Фріман Дайсон: „Для мене Оріон означав відкриття цілої Сонячної системи для життя. Він міг змінити хід історії. Крім того, це був би зручний спосіб позбутись атомних бомб. За один політ ми б позбулися 2 000 бомб”.

ПРЯМОТОЧНИЙ ТЕРМОЯДЕРНИЙ ДВИГУН

Ще одну модель ядерної ракети запропонував 1960 року Роберт Бассард: застосувати принцип роботи звичайного авіаційного реактивного двигуна до термоядерного двигуна. Прямоточний термоядерний двигун усмоктує не повітря, а водень, який у міжзоряному просторі є всюди. Цей водень стискається і нагрівається за допомогою електричних і магнітних полів, перетворюється на гелій, вивільняючи водночас величезну кількість енергії. Оскільки запаси водню у відкритому космосі невичерпні, то прямоточний термоядерний двигун теоретично може функціонувати вічно.

За формою ракета з таким двигуном нагадує ріжок для морозива. Розтруб всмоктує водень, який потрапляє у двигун, де нагрівається і з'єднується з іншими атомами водню. Розтруб спереду корабля мусить бути величезний – діаметром приблизно 160 км, щоб зібрати достатньо водню. Відтак, його доведеться будувати просто в космосі.

Ракета з прямоточним термоядерним двигуном. Мал. Джеффі Ворда (Jeffrey L. Ward)

Термоядерна ракета



Бассард обчислив: якщо прямоточний термоядерний двигун постійно зберігатиме прискорення g , то лише за один рік він розженеться до 0,77 швидкості світла. Теоретично зоряний корабель із таким двигуном міг би вийти за межі нашої Галактики й досягнути галактики Андромеди, розташованої на віддалі 2 мільйони світлових років від Землі, лише за 23 роки за годинниками на борту цього корабля.

РАКЕТИ НА АНТИМАТЕРІЇ

Інша можливість – використати для зоряного корабля найпотужніше джерело енергії у Всесвіті – антиматерію. Наприклад, античастинкою для електрона є позитрон, що має позитивний заряд. Під час контакту звичайна матерія й антиматерія анігілюють.

В принципі, антиматерія – ідеальне паливо для зоряного корабля. Джеральд Сміт з Університету штату Пенсильванія обчислив, що 4 мг антиматерії вистачило б, щоб долетіти до Марса, а якихось 100 г домчали би космічний корабель до найближчих зір. Антиматерія за анігіляції дає в мільярд разів більше енергії, ніж така сама маса звичайного ракетного палива. Двигун з антиматерії виглядав би доволі просто. У ракетну камеру подається постійний потік частинок антиматерії. Там він з'єднується зі звичайною матерією, і відбувається потужний вибух. Гази від вибуху вистрілюють з одного кінця камери, створюючи тягу.

Фізики пустили пучок високоенергетичних частинок у мішень, в результаті чого стався викид частинок, серед яких були антипротони. За допомогою потужних магнітів антиматерію відділили від звичайної матерії. Потім антипротони сповільнили і дали їм з'єднатися з антиелектронами, і так утворились атоми антиводню. У 2004 році Великий адронний колайдер у Європейському центрі ядерних досліджень створив кілька трильйонних грама антиматерії, що коштувало 20 мільйонів доларів. За такої вартості виготовлення достатньої кількості антиматерії для зоряного корабля означало би банкрутство цілої світової економіки.



Інший варіант добути антиматерію – знайти у відкритому космосі метеорит з антиматерії. Якби такий об'єкт знайшовся, то енергії з нього вистачило би для зоряного корабля. До речі, Європейський космічний апарат PAMELA запустили 2006 року спеціально для того, щоб він шукав у відкритому космосі природну антиматерію.

НАНОКОРАБЛІ

Основні функції зоряного корабля можна мініатюризувати за допомогою нанотехнологій. Замість того, щоб запускати в космос один великий дорогий зоряний корабель, ми можемо запустити мільйони крихітних зоряних корабликів, кожний з яких коштуватиме копійки і потребуватиме дуже мало палива.

Ця концепція змодельована за однією дуже успішною стратегією, що спостерігається в природі: стратегією рою. Птахи, бджоли та інші крилаті тварини літають роями або зграями. Гуртом літати безпечніше, а крім того, зграя ще й виконує функцію системи раннього попередження. Зграя також доволі ефективна в сенсі енергії.

Науковці розглядають рій як „суперорганізм”, який начебто має власний інтелект, незалежний від здібностей окремих особин. Наприклад, мурахи мають дуже просту нервову систему і крихітний мозок, однак гуртом вони можуть побудувати складну споруду – мурашник.

Інша перевага нанокораблів – це те, що вони споживають дуже мало палива. Величезні ракети-носії можуть досягнути швидкості тільки 40 230 км на годину. Тим часом крихітні об'єкти відносно легко запустити в космос з величезною швидкістю.

Мейсон Пек з Корнелльського університету належить до тих науковців, які серйозно поставились до ідеї зоряного корабля на чіпі. Його ідея – запустити зоряний корабель-мікročіп у магнітне поле Юпітера, що в 20 000 разів потужніше за магнітне поле Землі. Пек показав мені чіп-зразок, який колись, за його задумом, могли би запустити довкола Юпітера. Це був малесенький квадратик, менший за ніготь, ущертъ заповнений різною науковою всячиною. З одного боку чіпа – сонячний елемент, який має забезпечувати його енергією для зв'язку. З іншого – радіопередавач, відеокамера й різні сенсори. Цей пристрій не має двигуна, оскільки йому надає прискорення тільки магнітне поле Юпітера.

Наприклад, якби на одному з супутників Юпітера з'явилась наукова база, то на орбіту цієї планети-гіганта можна було би запустити багато таких малесеньких чіпів. Якщо на цьому супутнику збудувати ще й батарею лазерних гармат, то ці чіпи можна було би розігнати за допомогою лазерних променів, збільшуючи їхню швидкість, аж доки вона не сягне якоїсь істотної частки швидкості світла. Коли якась частка з них досягне місця призначення, вони випустять крила і лопасті й полетять над поверхнею чужої планети. Щойно буде виявлено перспективні планети, туди полетить друге покоління мініботів. Ті створять на цих планетах заводи, що виготовлятимуть нові копії мініботів, які потім полетять до наступної зорі. І так цей процес триватиме безкінечно.

ВИХІД ІЗ ЗЕМЛІ

А як щодо людства? Чи з'являться у нас космічні колонії, які частково розв'яжуть проблему перенаселення на Землі, ставши людям новою домівкою? Чи почне людство покидати Землю до 2100 року?

Ні. Враховуючи вартість космічних польотів, можна спрогнозувати, що більшість людей не ступить на борт космічного корабля й не побачить інших планет ні до 2100 року, ні ще довгий час після цього. Можливо, на той час зменька астронавтів і створить якісь невеличкі бази на інших планетах, однак здебільшого людство залишатиметься прикутим до Землі. Земля буде людям єдиною домівкою ще багато сторіч.

Далі буде.

Інформацію про книгу
Міціо Каїку ти знайдеш на
сайті litopys.lviv.ua,
facebook.com/litopys,
а також на сайті книги
kaiku.in.ua.