

ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ОПТИЧНИХ ТА ЛАЗЕРНИХ ДВИГУНІВ

Трохимчук П. П.

Кафедра теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В. Свідзинського,
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Trokhimchuck.Petro@vnu.edu.ua, trope1650@gmail.com

Проблема створення лазерних та оптичних двигунів пов'язана з використанням світла в тому чи іншому вигляді для створення двигунів [1, 2]. В цілому цю ідею можна пов'язати з Архімедом (його відомий дослід зі спаленням римських суден при облозі Сиракуз) [1].

Як лазерні так і оптичні двигуни розробляються в зв'язку з пошуком більш ефективних двигунів для космічних апаратів. Ідея розробки лазерних двигунів обумовлена тим, що в реактивних двигунах існує проблема ефективного використання ракетного палива. Справа в тому, що при доволі високій швидкості витікання продуктів згорання, разом з продуктами згорання в навколишній простір викидається й частина невикористаного палива. Тому постає проблема використання більш ефективних методів використання палива. Саме цей факт лімітує верхню границю потужності реактивних двигунів.

Лазери самі по собі характеризуються високим рівнем направленості випромінювання та високим рівнем насиченості збудження. По своєму функціональному призначенню ці двигуни можуть мати різні властивості. Того вони можуть бути використані для підвищення ефективності реактивних двигунів; при розробці та поновленні запасів використовуваних та нових типів палива (у випадку далеких космічних польотів). В останньому випадку доцільно використовувати методи релаксаційної оптики [3, 4].

В першу чергу слід зазначити, що поняття лазерних та оптичних двигунів включає в себе як низькоінтенсивні так і висоінтенсивні потоки.

В якості лазерних двигунів використовують лазерні абляційні установки (ЛАУ), які є новим типом двигунів майже з 50-річною історією [1]. У ЛАУ, інтенсивний лазерний промінь [імпульсний або неперервний режим опромінення] розпилює поверхню конденсованої речовини (твердої або рідкої) і створює струмінь пари або плазми. Як і в хімічній ракеті, тяга створюється результируючою силою реакції на поверхню. Космічні кораблі та інші об'єкти можуть рухатись таким чином. У деяких випадках є переваги для цієї техніки в порівнянні з іншими хімічними та електричними системами. Важко оцінити ефективність продуктивності ЛАУ, тому що лише кілька його застосувань виходять за межі дослідження і тому, що його можна застосовувати в різних обставинах це потребує зовсім інших показників. Ці програми включають в себе наступні типи двигунів в сенсі застосування [1]:

- 1) корекція орієнтації супутників (міліватні двигуни);
- 2) системи середньої потужності для повторного входу для прибирання космічного сміття;
- 3) та системи мегаватної та гігаватної потужності для запуску космічних апаратів на низьку навколосезну орбіту, навколосезного космічного сміття та систем від мегават до гігават для прямого запуску на низьку навколосезну орбіту (НОО).

Лазерна система, задіяна в ЛАУ, може бути віддалена від рухомого об'єкта (на іншому космічному кораблі або на планеті), наприклад, під час спричиненого лазером повторного входу космічного сміття або запуску корисного вантажу на

низьку планетарну орбіту. В інших застосуваннях (наприклад, лазерно-плазмовий мікродвигун, [1]), легкий лазер є частиною силового двигуна на борту космічного корабля.

Для ЛАУ важливо з якою інтенсивністю та швидкістю проходить випаровування робочої речовини, якщо це тверде тіло, то бажано щоб речовина сублімувалась без переходу в рідку фазу [3, 4].

Слід зазначити, що слід розглядати також варіанти створення комплексних оптично-лазерних двигунів де оптичне випромінювання може слугувати каталізатором відповідних хімічних реакцій.

До низькоінтенсивних оптичних двигунів можна віднести сонячні космічні парусники, які рухаються за рахунок сонячного вітру. Інтенсивність сонячного випромінювання принаймні в сонячній системі можна визначити за допомогою формули

$$Q_r = \frac{Q_G}{a^2}.$$

Де Q_G – сонячна стала 1360 Вт/см^2 ; a – відстань парусника від Сонця в астрономічних одиницях; інтенсивність сонячного випромінювання в області парусника.

При плануванні далеких космічних польотів доцільно використовувати комбіновані оптичні та лазерні двигуни. Так наприклад при польотах поблизу Землі десь в межах першого поясу астероїдів та навіть великих планет. Доцільно використовувати космічні парусники, при цьому вони можуть використовуватись для різних цілей. Так поблизу Землі варто будувати великі сміттєвози, які б збирали космічне сміття поблизу в цьому районі космосу, як рукотворні (відпрацьовані модулі космічних апаратів) так і природні (метеорити та астероїди). Також в космосі оптичні двигуни можна використовувати при побудові космічних об'єктів із замкненим біологічним та технологічним циклом. Так, при боротьбі з космічним сміттям більш доцільно використовувати його збір для переробки, а не для розпилення та спалення в атмосфері Землі.

Космічні парусники доцільно використовувати при польотах в сонячній системі. Їх доцільно використовувати як буксири для транспортування астероїдів або частин їх з відповідним хімічним складом для використання в технологіях.

При більш віддалених польотах паруси можуть бути використані для фокусування низькоінтенсивного оптичного випромінювання в більш висоінтенсивне, скажімо для створення більш ефективних сонячних батарей. При цьому енергія парусів може використовуватись для корекції орбіт польоту відповідного космічного апарату, а сонячні батареї для внутрішніх потреб відповідного апарату.

1. Phipps C., Birkan M., Bohn W., Eckel H.-A., Horisawa H., Lippert T., Michaelis M., Rezunkov Y., Sasoh A., Scharring S., Sinko J. Review: Laser-Ablation Propulsion./ Journal of propulsion and power. Vol. 26, No. 4, July–August 2010. P. 609-637.
2. Vulpetti G., Johnson L., Matloff G. Solar Sails: A Novel Approach to Interplanetary Travel. New York: Springer Verlag, 2015. 277 p.
3. Trokhimchuck P. P. Relaxed Optics: Modelling and Discussions 2. Cisinou: Lambert Academic Publishing, 2022. 210 p.
4. Trokhimchuck P. P. Relaxed Optics: Modelling and Discussions 3. New Dehli: Brigfht Sky Publishers, 2024. 246 p. (Will be published)