

Berlin, 1990.105 с.

4. Lauterbur, P. Image Formation by Induced Local Interactions: Examples Employing Nuclear Magnetic Resonance. *Nature*. 242, 190–191 (1973).

5. История и перспективы развития магнитно-резонансной томографии/ Мадина Р. Мадиева, Данияр Т. Раисов// *Наука и Здравоохранение*. 2018, 6 (Т.20). С.169-175. – 2018

6. High-Resolution Nanoscale Solid-State Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy/ William Rose, Holger Haas, Angela Q. Chen// *Physical Review X* 8, 011030 (2018).

7. Джужа Д.А. Гибридные системы ПЭТ/МРТ в онкологии: настоящее и будущее. // *Лучевая диагностика, лучевая терапия*. №1, 2017. С. 52.

ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІОННИХ ДВИГУНІВ

Ткачук Е.А., Климук О.С.

Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ»

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37.

e-mail: alennar@ukr.net

Нам пощастило жити у часи, коли недосяжні у минулому речі, про які можливо було лише мріяти, стають невід’ємною та цілком буденною складовою нашого повсякденного життя. Рушійна сила малих частинок, відкритих ще у 1820 р. Майклом Фарадеєм, дозволяє сьогодні працювати в космосі двигунам міжпланетних ракет і супутників.

Історія створення іонних двигунів бере початок у 1960 р., коли у США в NASA Lewis Research Center створили перший функціонуючий широкопроменевий іонний електростатичний двигун. 1964 р. відбулась перша успішна суборбітальна демонстрація іонного двигуна SERT I.

1970 р. здійснили випробування тривалої роботи ртутних іонних електростатичних двигунів у космосі SERT II. Від 1970-х років іонні двигуни на ефекті Холла використовувались як навігаційні двигуни.

Як основний (маршовий) іонний двигун вперше було застосовано на космічному апараті Deep Space 1 у 1998 р. Наступними апаратами стали японський апарат Хаябуса, запущений до астероїда в травні 2003 р., та європейський місячний зонд Смарт-1, запущений 28 вересня того ж року.

Наступний апарат NASA на іонному двигуні запускався у 2007 р.

Європейське космічне агентство встановило іонний двигун на борту супутника GOCE, запущеного 17 березня 2009 р. на наднизьку навколосезну орбіту. Також іонний двигун використовувався ЄКА в меркуріанській місії VeriColombo у 2018 р. [1].

:

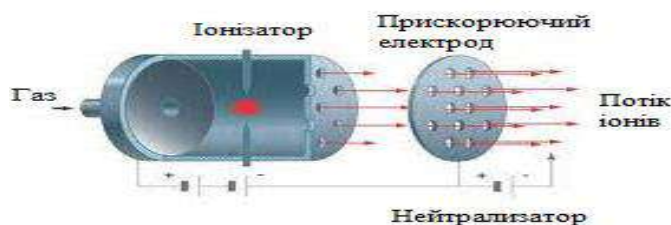


Рис. 1 Принципова схема іонного двигуна.

Концепція пристрою була запропонована ще 1917 р. Через кілька десятиліть теорію удосконалив Штулінгер, виконавши необхідні розрахунки. Від 60-х рр. XX століття між країнами СРСР та США почалися “іонні” перегони.

У середині 60-х років у США створили різні моделі іонних двигунів. Популярним та технологічним виявився двигун Кауфмана. Нині це класичний тип, в якому частинки прискорюються в електростатичному полі. Джерелами іонів є:

- поверхневий іонізатор;
- газороздріджувальна камера.

У СРСР новий пристрій запропонував О. Морозов у 1955 р. Його винахід показав задовільний результат щодо коефіцієнту продуктивності та витрат палива. Цю модифікацію вважають новим типом, а саме плазмовим.

Принцип роботи іонного двигуна ґрунтується на третьому законі Ньютона: ракета рухається завдяки викидам потоків заряджених атомів. Для цього сконструйовано спеціальний тип реактивного двигуна із інертним газом та зарядженими частинками в якості палива. Заряджені

частинки іонізують інертний газ (ксенон чи аргон), який рухається до спеціальних решіток, де затримуються аніони, а катіони рухаються далі до решіток, де створена атмосфера з великою різницею потенціалів. За ними викидаються аніони, щоби отримати максимум потужності з позитивних частинок.

Описаний процес – це ефект Біфельда–Брауна, тобто іонний вітер.

Це дуже спрощена модель того, як працює іонний двигун. Серед переваг якого слід зазначити: екологічність, швидкість, тривалість роботи. Найдовше працювала модель NEXT (NASA's Evolutionary Xenon Thruster) – 5,5 років. При цьому було використано тільки 870 кг ксенону (проти 10 тон звичайного хімічного палива) [2].

Нині іонно-плазмові двигуни є перспективними для освоєння космосу, виведення супутників на орбіту, польотів на Місяць і Марс. Їх перевагою є те, що двигун вдесятеро менший, ніж звичайний рідинний ракетний двигун, й при цьому спроможний працювати у відкритому космосі десятиліттями. У світі є лише кілька компаній-розробників таких технологій, і серед них є наші вітчизняні харківські підприємства.

Так, у 2018 р. українські компанії з аеро-космічного кластеру оголосили про намір запуснути виробництво таких двигунів протягом найближчих кількох років [3]. І вже на початку 2021 р. стало відомо, що асоціація «Укравіапром» та завод «ФЕД» спільно із вченими Харківського авіаційного інституту створили космічний іонно-плазмовий двигун, випробування якого відбулися наприкінці 2021 р. [4]

ЛІТЕРАТУРА

1. Іонний двигун. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Іонний_двигун
2. Іонний двигун. Принцип роботи іонного двигуна. – Режим доступу: <https://futurum.today/ionnyi-dvyhun-pryntsyp-roboty-ionnoho-dvyhuna/>
3. Українці вироблятимуть іонно-плазмові двигуни для космічних супутників.–Режимдоступу:<https://espresso.tv/news/2018/10/15/krayinci-vyroblyatymut-ionno-plazmovi-dvyguny-dlya-kosmichnykh-raket>
- 4.В Україні розробили та випробували іонно-плазмовий двигун. – Режим доступу: <https://mil.in.ua/uk/news/v-ukrayini-rozrobyly-vyprobuvaly-ionno-plazmovyj-dvygun/>