

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ У КОСМОСІ

підготував Шевцов Василь Юхимович, к.т.н.

ПЕРЕДМОВА

Любі друзі!

Наукові дослідження поділяються на три різні групи, а саме: теоретичні, експериментальні і винахідництво. При теоретичних дослідженнях формується проблема, набувається і застосовується необхідна теоретична база, будуються необхідні математичні моделі досліджуваного явища, об'єкту, структур процесів. Під час експериментальних досліджень виготовляється необхідне обладнання, вибираються відповідні прилади, збирається експериментально-дослідна установка, за допомогою якої можна спостерігати, фіксувати та досліджувати явище чи об'єкт, що підлягає вивченню. Якщо при виготовленні дослідної установки не достає наявних складових, виручити може винахідлива думка. Вона ж помічає недоречності в існуючих приладах, конструкціях, технологіях і знаходить, часто несподівані кращі рішення. Запропоновані нові конструкторські рішення, в яких застосовані не використовані раніше елементи, що дають кращий ефект, або нові¹ технології (алгоритми) вирішення відомої чи нової задачі, називаються винаходами. В разі спостереження дослідником невідомого раніше фізичного явища чи ефекту, невідомих структур та утворень мова йде про відкриття.

Технічна творчість супроводжує дослідника на етапах експериментальних досліджень, а також при пошуку кращих конструкторських і технологічних рішень. Особливо актуальною є технічна творчість в нових галузях науки і техніки, таких як ракетно-космічна техніка, біотехнології, інформаційна сфера життя суспільства та інші. Для тих, хто робить лише перші кроки на цьому шляху, важливо мати приклади фізико-технічних проблем, що потребують свого рішення. В запропонованій підбірці зацікавлений учень знайде приклади проблемних питань як з ракетно-космічної галузі, так і з інших областей фізики, техніки і навіть біології. Учень, по аналогії з запропонованими, може сам вибрати собі проблему чи конкретну технічну задачу, але бажано, щоб вона отримала підтримку учителя фізики, математики, біології, хімії або фахівця в даному питанні.

ТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

1. Проблема. Герметизація космічного апарату після зустрічі з метеоритом.

Ймовірність зустрічі космічного апарату з метеоритами значних розмірів надзвичайно мала і може не враховуватись. Але ймовірність зустрічі з мікрометеоритами діаметром до 1 мм, все ж існує і приблизно дорівнює одному випадку в кілька років експлуатації. Розгерметизація космічного апарату може призвести до порушення його працездатності. Щоб цього не сталось необхідно передбачити конструкторські або технологічні заходи по відновленню герметичності апарату.

Задача. Розробити конструкцію, пристрій або технологію відновлення герметичності космічного апарату. Обґрунтувати працездатність запропонованої конструкції, при можливості виготовити її модель.

Орієнтири Для самогерметизації конструкції використовуйте ефекти різниці тиску всередині і зовні апарату, ефекти пружності матеріалу та поверхневого натягу, зміну температури середовища і хімічні реакції полімеризації, електростатичні та магнетичні ефекти, інші фізичні явища, властивості, ефекти.

2. Проблема. Підвищення ефективності конструкції літальних апаратів.

Кінцева швидкість (характеристична) космічних літальних апаратів (КЛА) залежить від швидкості витоку продуктів згорання з сопла двигуна та співвідношення початкової маси апарату до кінцевої. Чим менша кінцева маса конструкції, тим більші можливості КЛА в швидкості і дальності польоту. Для зменшення кінцевої маси використовується ідея багатоступеневих ракет, в яких відпрацьована маса чергового прискорювача відкидається. Але з проектних, конструкторських та технологічних міркувань кількість ступенів не перевищує двох-трьох для ракет-носіїв, в той час коли оптимальним рішенням було б безперервне «скидання», або спалювання відпрацьованої конструкції.

Задача. Розробити конструкцію, пристрій і технологію безперервного знищення, згорання, відкидання, випаровування, розсіювання відпрацьованої конструкції. Обґрунтувати працездатність запропонованого технічного рішення, при можливості побудувати технічну модель.

Орієнтири Для «знищення» відпрацьованої конструкції використовуйте сонячну енергію, хімічні реакції, фазові переходи (з кристалічного стану в рідинний або газовий). Добре було б використати

¹ Технологія - це послідовність простих операцій, що дозволяє вирішити поставлену задачу.

речовину конструкції в якості компонента палива для двигунів КЛА.

3. Проблема. Накопичення енергії Сонця, Землі, інших планет для підвищення енергоозброєності космічних літальних апаратів.

Енергетична проблема є однією з головних для літальних апаратів в той час коли потік енергії на відстані земної орбіти від Сонця на 1 м^2 складає близько 1.4 квт. Якщо винайти можливості накопичення і використання цієї енергії, то можна вирішити багато принципівих задач космонавтики.

Задача. Запропонувати пристрій, або технологію накопичення і використання сонячної енергії. Обґрунтувати працездатність запропонованого пристрою чи технології, при можливості побудувати модель запропонованого рішення.

Орієнтири При розробці енергетичного акумулятора використовуйте ефекти фазових переходів речовини, хімічні реакції, пружинні та обертові ефекти. Особливу увагу зверніть на електромагнітні ефекти (накопичення потенціалів) та ефекти хвильового руху. Окрім сонячної енергії можна накопичувати енергію сонячного і космічного випромінювання (вітру), магнітного поля планет і таке інше.

4. Проблема. Відтворення ефекту сили тяжіння в умовах космосу.

За відсутності сили тяжіння все, що не закріплено, має тенденцію вирушати в «мандри» по космічному апарату. Особливо надокучає космонавтам побутове сміття та пил, що поступово заповнюють кабінку. Для боротьби з цим явищем, а також для заміни сили тяжіння в інших умовах побуту космонавтів використовуються вентилятори, насоси і відповідні фільтри. Таких пристроїв набираються десятки, зменшується їх загальна надійність, збільшується їх складність і маса. Кращим рішенням було б єдине поле тяжіння.

Задача. Запропонувати технічне рішення заміни поля тяжіння, обґрунтувати працездатність і побудувати модель пристрою чи конструкції відтворення технічного рішення.

Орієнтири Використайте сили інертності, електромагнітні ефекти, ефект «налипання снігу» і таке інше.

5. Проблема. Розробка транспорту для подорожі по поверхні планет.

Поверхня багатьох небесних тіл нагадує каменисту з наявністю малих і великих перепадів поверхню, подолати яку за допомоги коліс або гусениць досить важко. Конструкція рухомої частини транспортного засобу повинна бути такою, щоб з кожної точки апарат міг рухатись хоча б в одному з напрямів. При цьому бажано не мати зовні ніяких складних пристроїв, які б зменшували надійність апарату та могли призвести до аварійної ситуації.

Задача. Запропонувати ідею переміщення транспорту по пересіченій місцевості, виготовити модель запропонованого механізму і показати його працездатність.

Орієнтири Для вирішення задачі скористайтесь ефектами хвильового руху, космічного апарату в колесі-сфері, маятниково-пружинного руху, сороконіжок та інше.

6. Проблема. Підвищення ефективності роботи реактивних двигунів.

Ефективність роботи реактивного двигуна максимальна в тому разі, коли тиск на зрізі сопла відповідає тискові в навколишній атмосфері. Жорстка, з незмінною геометрією конструкція сопла не відповідає цій вимозі. Кращим конструкторським рішенням була б конструкція сопла, що змінюється в польоті відстежувала відповідність тиску на зрізі сопла тиску зовні космічного апарату.

Задача. Запропонувати конструкцію сопла ракетного двигуна зі змінною геометрією, що давала б змогу регуляції тиску на зрізі сопла в відповідності тиску атмосфери, формувала потік газу без бокової складової (без втрати тяги) і зумовлювала захист самої конструкції від високої температури витікаючих газів.

Орієнтири Одним з варіантів такої конструкції була б пружинна (пружинна металева сітка, гумово-металічна конструкція і т.п.), в якій для теплового захисту використовуються теплозахисні пластинки на зразок пір'я птаха.

7. Проблема. Використання речовини зовнішнього середовища в якості робочого тіла або одного з компонентів палива для ракетних двигунів.

В процентному відношенні маса палива в складі космічних літальних апаратів може досягати 70-80 відсотків і більше. Щоб зменшити масу палива на борту КЛА бажано використати речовину з

зовнішнього середовища в якості одного з компонентів палива. Особливо принадно використати для рішення цієї проблеми протони (іонізовані атоми водню) з сонячного та галактичного випромінювання, в складі яких за масою вони сягають 90-95 відсотків, в якості горючого в парі компонентів кисень-водень.

Задача. Запропонувати технологію та розробити установку для накопичення водню (чи іншої речовини) на борту космічного апарату з подальшим використанням його в якості компонента палива.

Орієнтири Відомий ефект розчинення багатьох газів в рідинах в великих об'ємах, коли кількість розчиненого газу в десятки і сотні разів по об'єму перевищує об'єм рідини. Подібний ефект спостерігається і при розчиненні водню в багатьох металах. Використайте цей чи інші фізичні ефекти для вирішення даної проблеми.

8. Проблема. Підвищення надійності космічних апаратів при наявності на борту вибухонебезпечних компонентів палива.

При наявності негерметичностей в паливних відсіках або в результаті порушення герметичності може виникнути вибухонебезпечна ситуація з загрозою для життя космонавтів і життєздатності самого апарату. Індикаторні пристрої на всі можливі місця порушення герметичності встановити неможливо. Необхідно запропонувати пристрій чи технологію контролю загальної герметичності космічного апарату.

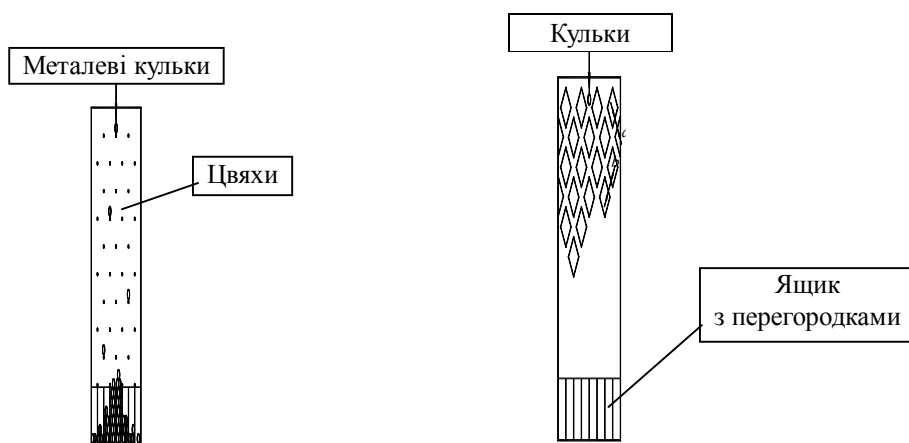
Задача. Запропонувати технічне рішення чи технологію контролю загальної герметичності космічного апарату та обґрунтувати працездатність запропонованого пристрою, або працездатність технології.

Орієнтири Зверніть увагу на лазерні, голографічні та електромагнітні ефекти. Спробуйте скористатись ефектом зміни кольору покриття конструкції при наявності того чи іншого компонента палива.

Технічна творчість не обмежується рамками суто ракетної - космічної техніки. Це можуть бути задачі створення приладів, що працюють на відмінних принципах від існуючих варіантів, це розробка нових технологій, це проведення фізичних, медико-біологічних дослідів для умов Космосу та інше. Нижче запропоновано кілька проблем на перелічені теми.

9. Проблема. Розробка демонстраційного приладу для пошуку коефіцієнтів бінома Ньютона та показу процесів і механізму формування статистичних розподілів ймовірності.

З фізики і математики відомий нормальний фундаментальний закон розподілу ймовірностей. Для демонстрації його формування Гамільтон запропонував дошку, на якій по ромбовидній схемі набиті цвяхи (мал.1)



Мал.1

Мал.2

Модернізуючи дошку Гамільтона (мал.2). А саме: змінюючи розміри каналів а і в, ставлячи перегородки на шляху кульок і змінюючи нахил каналів отримаємо цікаві результати.

Задача. Побудувати модернізовану дошку Гамільтона і провести необхідні дослідження для того, щоб установити загальні закономірності формування статистичних розподілів та коефіцієнтів бі-

номіальних розподілів.

Орієнтири Для дослідів можна скористатись піском, кульками, зерном та іншими сипучими речовинами. На перегородках можна нанести градування отриманих або очікуваних значень коефіцієнтів бінома, чи ймовірностей нормального та інших розподілів.

10. Проблема. Вимір сили струму за допомогою термометра.

Для виміри сили струму використовується амперметр. А чи можна чим-небудь іще вимірити силу струму, якщо відсутній амперметр?

Задача. Розробити пристрій та технологію виміру сили струму, що використовував би відмінні від електромагнітних фізичні ефекти. Побудувати модель пристрою і обґрунтувати працездатність такого пристрою (приладу).

Орієнтири Використайте ефект тепловіддачі при проходженні струму через провідники. Якщо знайти залежність між силою струму і температурою ділянки електричного ланцюга з відомою силою опору, то для виміру сили струму можна використати звичайний термометр.

11. Проблема. Технологія магнітної зборки конструкцій космічних станцій.

При побудові масштабних космічних конструкцій необхідно з стандартних і оригінальних конструкцій зібрати надзвичайно складну систему з безліччю елементів з'єднання. Необхідно спростити процес зборки таким чином, щоб зменшити число операцій до мінімуму, або ж взагалі обійтись без елементів зборки.

Задача. Розробити таку геометрію чи надати такі фізичні властивості конструкціям, щоб процес зборки космічних станцій не потребував застосування елементів зборки. Виготувати макет таких вузлів і обґрунтувати можливість їх застосування.

Орієнтири Скористайтесь магнітними та електромагнітними властивостями, адгезії, сварки тертям, відомими з'єднаннями будівельних конструкцій за допомоги геометричної конфігурації деталей.

12. Проблема. Магнітний монопол.

Відома конструкція магнітів передбачує наявність двох полюсів: N і S. Якби вдалось так намагнітити кульку, щоб один з полюсів розташувався всередині кульки, то ми мали б з точки зору зовнішнього спостерігача своєрідний магнітний монопол. Деталі і конструкції з властивостями монополя знайшли б широке застосування в космічних спорудах та апаратах.

Задача. Розробити технологію намагнічення елементів конструкцій таким чином, щоб отримувати окремі ділянки чи взагалі всю поверхню з властивостями монополя. Виготувати, чи створити зразки подібних конструкцій кульок, прямокутників, пірамід і т.п.

Орієнтири Скористайтесь ефектами зменшення площі одного з полюсів до точки, спробуйте порожнисті конструкції або конструкції виготовленні за принципом багаточастотності.

13. Проблема. Вимір температури тіла за допомоги ефекту фазового переходу, або зміни властивостей тіла.

В багатьох місцях функціонування різних технічних систем виникають пожеже небезпечні потоки тепла, наприклад, при поганих контактах в електророз'ємах. Необхідно запропонувати тестовий недорогий пристрій або покриття, які б сигналізували про небезпеку.

Задача. Розробити тестовий сигналізатор підвищеної температури, виготувати модель і обґрунтувати працездатність запропонованого сигналізатора.

Орієнтири Скористайтесь зміною кольору структури покриття матеріалу конструкції при підвищенні температури; фазовим переходом і випаровуванням (реакція на запах), ефектами теплового розширення, зміною тиску в замкненому об'ємі зі звуковим сигналом і т.п.

14. Проблема. Дослідження технічних можливостей конструкцій що використовують одночасно ефекти обертання, постійних і змінних магнітних полів.

Існує багато фізичних явищ, що супроводжують обертовий рух, особливо при великих кутових прискореннях і швидкостях, а також з магнітами, що обертаються. Можливо, що обертовий рух якимось чином пов'язаний з просторовими магнітними ефектами і навпаки. Необхідно провести дослідження подібних ефектів з застосуванням їх в техніці.

Задача. Запропонувати установку для дослідження обертового руху і його зв'язку з магнітними ефектами. Виготовити запропоновану конструкцію і провести можливий спектр досліджень.

Орієнтири При проведенні досліджень фіксуйте зміни значень маси конструкцій, що обертаються, температуру, заряди, зміни плин timer часу, напруженості магнітного поля.