



1. Питома витрата палива знижена на 23% у порівнянні з охолоджувальним аналогом AI-25ТЛ. Це зменшує витрати на паливо і робить двигун економічно вигідним для тривалих місій.
2. Температура газу перед турбіною становить 1155К, що трохи нижче, ніж у AI-25ТЛ (1230К), але це незначне зниження не впливає критично на ефективність роботи двигуна.

Перспективи застосування

Такі двигуни мають високий потенціал для масового використання в безпілотних системах. Завдяки своїй простоті та ефективності проектний двигун може використовуватися:

У цивільних дронах для комерційних і наукових проєктів, що потребують тривалого часу польоту при мінімальних витратах.

У стратегічних дронах із великим вантажним навантаженням, де важливим є баланс між витратами та надійністю.

Враховуючи зростаючий попит на безпілотні літальні апарати, економічність силових установок стає критичним фактором для масштабування виробництва. Спрощення конструкції двигунів, як-от проєкт AI-25, відкриває можливість розробки доступних рішень для багатьох сфер застосування, забезпечуючи ефективність і фінансову вигоду без компромісів у надійності.

ВПЛИВ СИЛ КОРІОЛІСА НА УМОВИ ШТУЧНОЇ ГРАВІТАЦІЇ В ОБЕРТОВИХ КОСМІЧНИХ СТАНЦІЯХ

О. Ю. Кладова, Б. С. Уколов

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Забезпечення життєдіяльності людини в умовах тривалого перебування в космосі є однією з ключових проблем сучасної космонавтики. Одним з перспективних напрямів її вирішення є створення умов штучної гравітації шляхом обертання космічних модулів. Однак рух у такому середовищі супроводжується виникненням інерційних ефектів, зокрема сил Коріоліса, які впливають на сприйняття руху, баланс, орієнтацію та моторні функції людини. Аналіз цих ефектів є важливим для проєктування комфортного та безпечного середовища для астронавтів, а також для формування стратегій адаптації до нестандартної динаміки. Серед декількох варіантів створення штучної гравітації для аналізу обрано варіант, в якому роль гравітаційних сил відіграють відцентрові сили інерції, що з'являються за рахунок обертання корпусу станції зі сталою кутовою швидкістю [1].

На зображенні представлено візуалізацію орбітального комплексу кільцевої форми, обертання якого навколо власної осі дозволяє створити відцентрове прискорення, що імітує гравітаційні умови для екіпажу та пасажирів. Така архітектура є перспективною для тривалих міжпланетних місій та підтримки фізіологічного стану людини в умовах мікрогравітації.

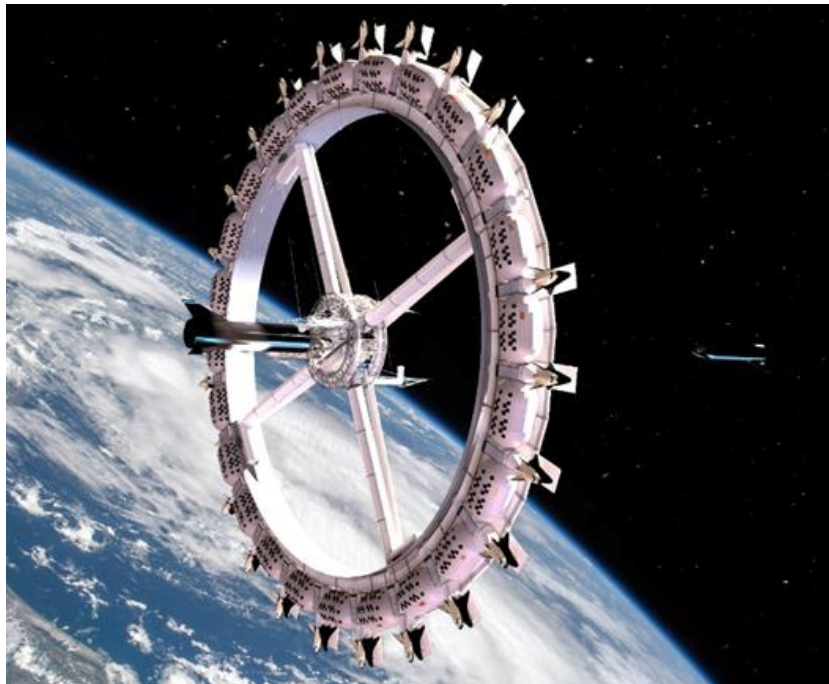


Рис. 1 – Концептуальна модель обертової космічної станції для створення штучної гравітації

Метою роботи є побудова узагальненої математичної моделі дії сил інерції в умовах штучної гравітації та аналіз характеру зміни нормальної сили реакції опори під час руху у різних напрямках відносно обертальної системи. Аналіз присвячено вивченню характеру зміни сил штучної гравітації за рахунок сил Коріоліса, що діють на рухомі об'єкти в корпусі станції.

Прискорення а «вільного падіння» штучної гравітації залежить від віддаленості R житлових приміщень від осі обертання і кутової швидкості $\omega_{\text{ст}}$ обертання корпусу [2]

$$a = R\omega_{\text{ст}}^2. \quad (1)$$

Астронавт, що знаходиться на поверхні станції зі штучною гравітацією, що дорівнює $1g$, за умови відносного спокою ($v^r = 0$) має силу штучної ваги

$$G_0 = m_{\text{астр}}(R\omega_{\text{ст}}^2); \quad (2)$$

цей же астронавт під час відносного переміщення у напрямку обертання зі швидкістю v^r буде відчувати збільшену за рахунок сили Коріоліса [2] штучну силу тяжіння G_1 , що визначається як

$$G_1 = m_{\text{астр}}(R\omega_{\text{ст}}^2 + 2\omega_{\text{ст}}v^r); \quad (3)$$

відповідно при відносному русі проти напрямку обертання сила (G_2) буде меншою порівняно з тією, що діє на людину у стані відносного спокою:



$$G = m_{\text{астр}} (R\omega_{\text{ст}}^2 - 2\omega_{\text{ст}} v^r); \quad (4)$$

Відносний рух паралельно до осі обертання не буде змінювати сили штучної гравітації.

Оскільки напрямок сили тяжіння не буде змінюватися при відносному русі по колу або паралельно до осі обертання, ці зміни суттєво не впливатимуть на фізичний стан астронавтів. Складніша ситуація буде спостерігатися під час наближення або віддалення від осі обертання корабля, оскільки напрямок сили Коріоліса буде перпендикулярним до напрямку руху астронавтів або радіального ліфту.

Виконано розрахунки сил, що діють на астронавтів, за умов

- радіус R поверхні, на якій реалізовано штучну гравітацію, що співпадає з її величиною на поверхні Землі: $R = 250$ м;
- кутова швидкість станції: $\omega_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{9,81}{250}} \approx 0,198 \frac{1}{\text{с}}$ або $1,9 \frac{\text{об}}{\text{хвил.}}$;
- відносна швидкість руху $v^r = 1,6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ або $5,8 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ (пішки),
 $v^r = 8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ або $30 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ (коловий електрокар або радіальний ліфт).

Отримано наступні результати.

При загальній висоті житлових приміщень 33 м (11 поверхів) і розташуванні поверхні з земним тяжінням на 6-му поверсі (250 м від осі обертання) зміна прискорення вільного падіння становить: при русі пішки від 0,876g (11-й поверх) до 1,124g (1-й поверх), при переміщенні на електрокарі від 0,618g (11й поверх до 1,382g (1-й поверх), рис. 2.

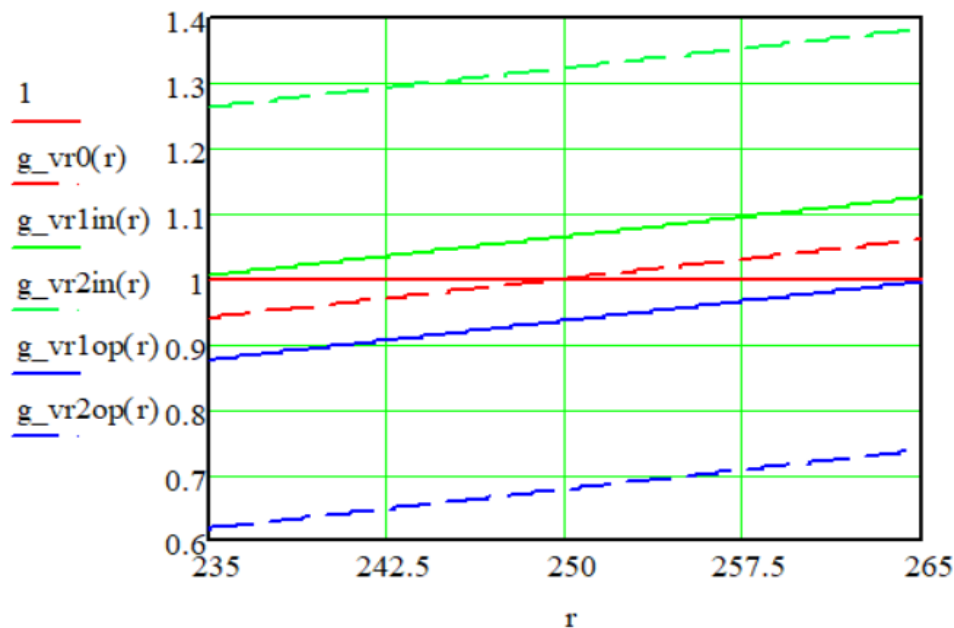


Рис. 2 – Залежність нормованого гравітаційного прискорення $g(r)/g$ від радіуса обертання при різних сценаріях переміщення пасажирів у гравітаційному кільці



Результати свідчать, що роботи, пов'язані з рухом з великими відносними швидкостями, мають виконувати люди, що проходять додаткові тренування. Поверхи зі збільшеним прискоренням вільного падіння слід використовувати як технічні. Транспорт, що перевозе астронавтів має бути спеціально спроектованим для рухів як з підвищеною силою тяжіння (підвищена міцність) так і зі зменшеною силою тяжіння (підвищена стабільність керування). Рух у радіальному напрямку є навантаженням на вестибулярний апарат людини, то його треба або принципово виключити, або виконувати у випадках екстреної необхідності.

Перелік посилань

1. Міжнародна академія астронавтики. Artificial gravity research to enable human space exploration [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://web.archive.org/web/20161013004743/http://iaaweb.org/iaa/Scientific%20Activity/Study%20Groups/SG%20Commission%202/sg22/sg22finalreportr.pdf>
2. Павловський М. А. Теоретична механіка: статика абсолютно твердого тіла, кінематика, динаміка, основи аналітичної механіки [Текст]: підручник / М. А. Павловський. – К. : Техніка, 2002. – 480 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ З КЕРАМІЧНИМИ ТІЛАМИ КОЧЕННЯ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЗМАЩЕННЯ

М. В. Кібірєв, О. М. Гнисько

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Керамічні підшипники відрізняються від традиційних металевих підшипників своїми унікальними властивостями, такими як:

- висока твердість і стійкість до зносу;
- знижений коефіцієнт тертя;
- стійкість до корозії та хімічних впливів;
- здатність працювати в умовах високої температури та вакууму;
- зменшена вага порівняно з металевими аналогами.

Незважаючи на підвищену міцність, керамічні підшипники потребують ефективного змащення для запобігання:

- адгезійному та абразивному зношуванню;
- перегріву через контактне тертя;
- руйнуванню під дією ударних навантажень.

Для керамічних підшипників необхідно підбирати систему змащення, яка враховує їхні особливі властивості: мастильний шар має бути тонким, стабільним при значних температурах і забезпечувати низьке тертя.

Завдяки високій твердості, стійкості до зносу та малому коефіцієнту тертя, керамічні підшипники потребують спеціально адаптованих мастильних матеріалів. При виборі мастила важливо брати до уваги підвищену чутливість таких