**Храмов Дмитро Олександрович. Динаміка супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації : Дис... канд. наук: 05.07.09 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Храмов Д.О. Динаміка супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації. — Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністью 05.07.09 — динаміка, балістика і керування рухом літальних апаратів.  Дисертацію присвячено визначенню закономірностей динаміки супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації поблизу радіального положення рівноваги і оцінюванню можливостей застосування системи. Побудовано математичну модель динаміки супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації. Виконано аналіз динаміки розглядуваної системи поблизу радіального положення рівноваги і побудовано аналітичні залежності частот коливань системи від її параметрів. Розроблено і програмно реалізовано методику вибору конструктивних параметрів системи, що забезпечують мінімальну тривалість перехідних процесів з урахуванням технічної реалізовності параметрів, впливу конструктивних і технологічних погрішностей. Визначено умови, що забезпечують якнайшвидше загасання перехідних процесів стабілізації. Показано, що найбільш перспективним для використання в тросових системах стабілізації є випадок, коли конструктивні параметри системи підібрано так, що забезпечується резонанс між коливаннями супутника і маятниковими коливаннями системи. Побудовано оцінки впливу конструктивних параметрів системи на тривалість перехідних процесів. Побудовано моделі і проведено оцінки впливу різних збурюючих факторів на точність стабілізації кутового руху супутника з розглядуваною системою стабілізації. | |
| |  | | --- | | Роботу присвячено визначенню закономірностей динаміки супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації поблизу радіального положення рівноваги і оцінюванню на цій основі можливостей застосування системи.  1. У роботі виділено новий клас систем гравітаційної стабілізації супутників — системи, які використовують гнучкі зв'язки, і показано, що такі системи являють собою перспективний напрямок космонавтики, який перебуває на стику традиційних задач стабілізації супутників і задач дослідження динаміки і стабілізації руху космічних тросових систем. Показано, що однією з основних проблем створення тросових систем гравітаційної стабілізації є мала згинальна жорсткість нитки і пов'язана з цим неможливість передачі через нитку моментів сил, зокрема демпфірувальних. Показано, що одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є використання спеціальних пристроїв кріплення троса до космічного апарата.  2. Побудовано математичну модель динаміки супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації. Модель розглянутої системи як системи твердих тіл із шарнірними і пружними з'єднаннями записується на основі загальних теорем механіки. Це дозволяє простежувати зв'язок між силовими впливами й змінними, що описують рух.  3. Виконано аналіз динаміки супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації поблизу радіального положення рівноваги і побудовано аналітичні залежності частот коливань системи від її параметрів. Показано, що власні частоти системи можна співвіднести з частотами коливань супутника і приставки відносно шарнірної точки, маятникових коливань системи в цілому як твердого тіла, поздовжніх коливань системи, обумовлених пружністю зв'язку, а також коливань стабілізуючого вантажу відносно точки кріплення. Проведений аналіз дозволяє за потреби цілеспрямовано змінювати схему системи стабілізації.  4. Розроблено методику вибору параметрів тросової системи гравітаційної стабілізації, що включає:  – побудову аналітичних залежностей частот коливань системи від її конструктивних параметрів;  – виділення параметрів, вплив яких є найбільш істотним, і областей їхньої зміни;  – чисельну оптимізацію параметрів;  – визначення впливу змін параметрів на динаміку системи.  Методика дозволяє вибирати параметри, що забезпечують мінімальну тривалість перехідних процесів, з урахуванням технічної реалізовністі параметрів, впливу конструктивних і технологічних погрішностей.  5. Розроблено комплекс програм для дослідження динаміки розглянутої системи, який дозволяє здійснювати лінеаризацію рівнянь руху, їх чисельне інтегрування, обчислення оцінок власних частот, оптимізацію параметрів системи, а також візуалізацію й документування результатів. Основною відмінною рисою комплексу є поєднання в ньому програм для аналітичних і чисельних розрахунків.  6. Визначено умови, що забезпечують якнайшвидше загасання перехідних процесів у системі. Показано, що оптимальні за швидкодією перехідні процеси стабілізації відповідають наступним резонансам частот коливань:  – між коливаннями супутника і маятниковими коливаннями системи;  – між поздовжніми і маятниковими коливаннями системи;  – між коливаннями супутника, поздовжніми і маятниковими коливаннями системи.  7. Установлено, що спосіб досягнення резонансу між коливаннями супутника і маятниковими коливаннями системи відрізняється від способів досягнення інших резонансів розглянутої системи простотою своєї технічної реалізації. Даний резонанс також характеризується порівняно низькою чутливістю до зміни параметрів системи. Показано, що його використання дозволяє ефективно стабілізувати кутовий рух супутників, витягнутих уздовж трансверсалі до орбіти і тим самим дозволяє істотно збільшити площу поверхні, спрямованої на Землю, у порівнянні із гравітаційно-стійкими супутниками. Це може виявитися важливим для реалізації проектів дистанційного зондування Землі, супутників зв'язку і проведення наукових експериментів. Резонанс між коливаннями супутника і маятниковими коливаннями системи представляється найбільш перспективним для використання в тросових системах гравітаційної стабілізації. Показано, що два інших резонанси в розглянутій системі досягаються при досить низькій жорсткості зв'язку.  8. Побудовано моделі і проведено оцінки впливу на точність стабілізації кутового руху супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації різних збурюючих факторів, у тому числі аеродинамічних, електромагнітних, сонячного тиску, відхилення орбіти від кругової. Побудовано оцінки впливу довжини і діаметра тросового з'єднання на величину аеродинамічного моменту. На основі порівняльного аналізу впливу аеродинамічних моментів на рух супутника із тросовою системою гравітаційної стабілізації і супутника з гравітаційною штангою показано, що використання тросової системи дозволяє значно послабити вплив аеродинамічних моментів на відхилення системи від положення рівноваги | |