

**УРАХУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ТА ТЕМПЕРАТУРНИХ НАПРУЖЕНЬ У
КОСМІЧНИХ КОНСТРУКЦІЯХ**Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Україна

Дуже велике значення має врахування внутрішніх навантажень. Крім зовнішніх сил, на космічні конструкції діють різноманітні внутрішні навантаження (температурні напруження, внутрішній тиск, внутрішні відцентрові сили, навантаження у зв'язку з переміщенням мас по поверхні та за обсягом конструкції тощо), які в ряді випадків є визначальними при виборі матеріалів, типу конструкції та технології складання космічних споруд.

Так, наприклад, при обертанні конструкції щодо свого центру мас у ній виникають відцентрові сили. А це саме стосується тих випадків, коли стабілізація космічного апарату може створюватися за рахунок гіроскопічного ефекту під час обертання або взагалі, коли тип конструкції визначається відцентровими силами. Механічні напруження в конструкціях, що утворюються у всіх цих випадках, не повинні перевищувати відповідну межу міцності використовуваного матеріалу.

Крім того, обертальний момент виникає у будь-яких космічних конструкціях при її орієнтації або стабілізації щодо заданого напрямку. Правда, слід зазначити, що при точній орієнтації з припустимими частотами механічних коливань обмеження, що накладається дією відцентрових сил, починає позначатися лише для великогабаритних космічних конструкцій розміром в кілька сотень кілометрів.

Вплив відцентрових сил є суттєвим і для майбутніх космічних конструкцій зі штучною силою тяжіння, створюваної на їх периферії за рахунок обертання конструкції. Причому, такі споруди повинні мати значні розміри як за своїм призначенням, так і тому, що при невеликих розмірах створення штучної сили тяжкості за рахунок обертання призводить до утворення прискорень Коріоліса, вельми болісно чутливих космонавтами. Однак, розрахунки показують, що напруження в подібних конструкціях, що виникають в результаті дії відцентрових сил, обмежують розміри цих космічних поселень в максимумі 2 км (щоправда, існують проекти споруд і більшого розміру, але в них штучна сила тяжіння створюється в центральному блоці розміром від 0,5 до 2 км).

Температурні напруження, які завжди властиві космічним конструкціям, оскільки вони, навіть не маючи власних джерел тепла, схильні до нерівномірного обігріву Сонцем. Звичайно, якби орієнтація космічних апаратів щодо Сонця не змінювалася, то температурні деформації можна було заздалегідь компенсувати конструктивними хитроцями. Але, як правило (за винятком сонячних колекторів), космічні конструкції обертаються щодо спрямування на Сонце, і в результаті утворюється хвиля температурних деформацій.

В принципі, вирівнювання температури космічної конструкції можливе шляхом прокачування теплоносія або нанесення теплоізоляції, проте для великогабаритних космічних конструкцій цей спосіб недоцільний. Щоправда, навіть ряд великогабаритних конструкцій (наприклад, відцентрові) мало схильний до впливу температурних деформацій. Справа в тому, що амплітуда хвилі температурних деформацій при швидкому обертанні незначна.

Для більшості великогабаритних конструкцій, що повільно обертаються, нерівномірний нагрівання Сонцем представляє серйозну проблему. Є кілька шляхів боротьби з цим, і найпростіший з них – зниження середньорівноважної температури космічного апарату, що можливе, наприклад, шляхом випромінювання надлишків тепла в космос. У цьому випадку відповідним підбором покриттів можна в широких межах регулювати

співвідношення між випромінювальною та поглинальною здібностями поверхні космічних апаратів. Так, наприклад, використання діелектричних покриттів (двоокису титану, окису кремнію, двоокису титанового рутила тощо) дозволить знизити середньорівноважну температуру космічних конструкцій до $-15 - 0^{\circ}\text{C}$.

Ще одним і навіть ефективнішим способом зниження температурних деформацій є використання матеріалів з малим коефіцієнтом лінійного розширення, про що вже говорилося раніше.

Крім температурних навантажень, Сонце серйозно впливає на космічні апарати, тому що є потужним джерелом радіації: короткохвильового випромінювання (насамперед ультрафіолетового) і корпускулярних потоків, інтенсивність яких на орбіті набагато більша, ніж у поверхні Землі. Крім того, корпускулярні потоки створюються космічними променями та радіаційними поясами Землі. Особливо сильно потоки корпускулярного випромінювання зростають під час спалахів на Сонці, які супроводжуються також різким посиленням короткохвильового електромагнітного випромінювання.

Найбільш чутливі до короткохвильового випромінювання та корпускулярних потоків радіаційні поверхні, оптичні деталі, напівпровідники та фотоелементи сонячних колекторів. Збільшується поглинальна здатність деяких покриттів, часом зростаючи у 2 – 3 рази, що призводить до серйозних порушень теплового режиму. Найбільш стійкими тут виявляються керамічні покриття. Під дією опромінення порушується прозорість скла ілюмінаторів та оптичних приладів. Однак останнє можна суттєво зменшити при додаванні до скла окису церію, а також застосовуючи кварцове скло з низьким вмістом домішок.

Корпускулярне випромінювання викликає також у матеріалах різного роду радіаційні ушкодження.