

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕРМОСИЛОВИХ ТА РАДІАЦІЙНИХ ПОЛІВ НА ДЕФОРМУВАННЯ ПРИЛАДІВ КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

Бреславський Д.В., Козлюк А.В., Морачковський О.К.,

Пащенко С.О., Татарінова О.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Космічні літальні апарати (КЛА), що рухаються за навколосеземними орбітами, піддаються впливам теплових та радіаційних полів різної природи та інтенсивності. Такі впливи можуть призводити до суттєвих деформацій як конструктивних елементів КЛА, так й приладів систем орієнтації та стабілізації, що обмежує їхню працездатність.

Доповідь присвячено обговоренню методу розрахунку напружено-деформованого стану елементів приладів КЛА та устаткування, на якому вони розміщуються. Математичну постановку задачі виконано у загальній трьохвимірній постановці. Враховуються пружні, теплові деформації, деформації радіаційної та теплової повзучості.

Для визначення розподілів температури при обертанні апарату навколо Землі розв'язується трьохвимірною задачею нестационарної теплопровідності. Враховуються крайові умови другого та четвертого роду з метою врахування впливів теплових потоків та теплообміну випромінюванням. Отримані температурні поля застосовуються при розв'язанні механічних задач.

Як метод розв'язання крайових задач використовується метод скінченних елементів (МСЕ). Метод реалізовано у вигляді двох спеціалізованих програмних комплексів для розв'язання задач теплопровідності та механіки деформованого твердого тіла. Застосовано восьмивузловий скінченний елемент. Для моделювання початкових задач використовуються різницеві методи інтегрування за часом.

Зважаючи на те, що для задовільної апроксимації розв'язків задач, що розглядаються, необхідне застосування достатньо великої кількості скінченних елементів та кроків інтегрування за часом, до розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь застосовано метод сполучених градієнтів, який дозволяє реалізувати паралельні обчислення.

Розроблені програмні засоби залучено до визначення теплових полів у волоконно-оптичному гіроскопі (ВОГ). Чисельні дані порівняно з експериментальними, отриманий при цьому цілком задовільний ступінь їхньої відповідності дозволив зробити висновки щодо ефективного моделювання геометрії та теплофізичних властивостей приладу й можливості використання результатів для розв'язання задач термопружності та повзучості.

Обговорюються результати розрахунків деформованого стану в елементах ВОГ та вуглепластикових конструкціях, на яких розташовано прилади. Розглядаються підходи до врахування радіаційних ефектів від космічного опромінювання при деформуванні оптичного волокна котушки ВОГ.