

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ БЕЗПЛАТФОРМЕННОГО АСТРОІНЕРЦІАЛЬНОГО БЛОКУ

Погорілов С.Ю., Счастливец К.Ю.,
Бреславський Д.В., Марусенко С.І.
*Національний технічний університет
„Харківський політехнічний інститут”,
м. Харків*

В сучасній аерокосмічній промисловості важливим є створення конкурентоздатних приладів і на їх основі вимірювальних модулів для використання в бортових системах управління існуючих і перспективних космічних літальних апаратів, розвиток власної технології їх виробництва. Прикладом такого модуля і технології його виробництва є безплатформений астроінерціальний блок (БАІБ), до складу якого, зокрема, входять волоконно-оптичні гіроскопи (ВОГ) середнього класу точності. В планованих умовах застосування для ефективного використання БАІБ необхідно враховувати теплові процеси для аналізу конструктивних рішень блоку і алгоритмічної компенсації погрішності вимірювань гіроскопів.

Для визначення невідомого розподілу температур $\varphi(x, y, z, t)$ розв'язується диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності.

В рамках даної задачі була створена модель БАІБ із спрощеною внутрішньою структурою, що складається з тепловідводної основи, теплоприймальних поверхонь, емулятору блоку електроніки; платформи ВОГ, емуляторів ВОГ та теплоізолюючих елементів. В якості моделі теплообміну між елементами БАІБ був прийнятий теплообмін шляхом теплопередачі, причому при моделюванні для кожного елемента моделі окремо передбачено можливість уточнення теплофізичних властивостей матеріалу. Для моделювання процесу теплообміна з навколишнім середовищем була вибрана модель теплообміну за законом Ньютона у формі конвекції з верхньою і бічних зовнішніх поверхонь кришки. Зовнішні умови задаються температурою навколишнього середовища, яка представлена у вигляді періодичної функції.

Як метод рішення поставленої початково-краєвої нестационарної задачі теплопровідності з додатковими умовами застосовано метод скінчених елементів (МСЕ). Для розв'язання системи рівнянь МСЕ використовує метод Ньютона-Раффсона і поліпшений метод інтеграції за часом Хильбера-Хьюза-Тейлора.

На основі моделювання теплового режиму приладу з використанням циклограми постійної зовнішньої температури, а потім її зміни у вигляді періодичної функції було проведено дослідження параметрів температурного поля в режимі «самопрогрівання» (часу «самопрогрівання», величини перегріву, тимчасових і альтернативних градієнтів), а також визначення можливих місць розташування зовнішніх датчиків температури з метою одномоментного визначення градієнта температур в часі.