

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ СКЛІННЯ ЛІТАКІВ В УМОВАХ ЕЛЕКТРООБІГРІВУ

Сметанкіна Н.В.^{1,2}, Пак А.О.², Мандражи О.А.²

¹*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України*

²*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Задача достовірного визначення термонапруженого стану елементів конструкцій є однією з актуальних задач у сучасній техніці [1]. Метою роботи є розробка методики розрахунку температурних полів і напружень у багатошарових конструкціях з плівковими джерелами тепла. Методика застосовується для встановлення причин розтріскування скла літаків та розробки рекомендацій по підборі питомої потужності електрообігрівних елементів. Скло розглядається як багатошарова оболонка неканонічної форми в плані, яка зібрана з шарів сталого товщини. На зовнішніх поверхнях відбувається конвективний теплообмін, а на границях контакту шарів розташовані розподілені плівкові джерела тепла. Деформації шарів оболонки описуються у рамках теорії першого порядку, що враховує деформації поперечного зсуву й обтиснення по товщині у кожному шарі. Задачі теплопровідності і термопружності розв'язуються на основі аналітичного методу занурення [2].

Аналіз інформації про стекла, що вийшли з ладу під час експлуатації, показав, що в більшості випадків руйнування починалося посередині сторін або у кутах поверхні, що обігривається. Для встановлення причин розтріскування покривних стекол була проведена серія розрахунків стекол на міцність з урахуванням теплових навантажень, пов'язаних з налаштуванням температури відключення живлення нагрівальних елементів та їх підвищеною питомою потужністю. Результати розрахунку порівнювалися з даними, зареєстрованими в польоті при питомих потужностях.

Проведено розрахунок термонапруженого стану скління літаків типу Ан. Встановлено, що стекла мають завищену питому потужність джерела тепла, що призводить до швидкого змінення температури в шарах, і на певних режимах польоту викликає температурні напруження, які є близькими до допустимих. Як показав розрахунок, підвищені температурні напруження локалізуються у кутах та посередині джерела електрообігріву, що збігається з експериментальними даними.

Література:

1. Smetankina N. Modeling of non-stationary temperature fields in multilayer shells with film heat sources / N.V. Smetankina, O.V. Postnyi, A.I. Merkulova, D.O. Merkulov // Conference Proceedings: 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). – IEEE: Kharkiv, 2020. – P. 242–246.
2. Malykhina A. I. Stationary problem of heat conductivity for complex-shape multilayer plates / A. I. Malykhina, D. O. Merkulov, O. V. Postnyi, N. V. Smetankina. // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». – 2019. – Т. 41. – С. 46–54.