

Результаты исследования сотовых конструкций

Иванов В.А.

Белорусский национальный технический университет

В сотовой структуре панели в связи с ограничением свободы деформации при воздействии эксплуатационных (плюсовых) температур нарастают напряжения (σ_x , σ_y , τ_{xy}) и деформации (u , v), которые могут быть причиной искажения геометрии ячеек, что в конечном счете приводит к короблению панелей и отслаиванию обшивок. Выполнены статические и температурные расчеты. Сотовый средний слой рассматривается как плоская конструкция, имеющая отверстия (многосвязный контур) и обладающая конструктивной ортотропной анизотропией в своей плоскости. Решение плоской задачи упругости предусматривает определение трех аналитических функций комплексных переменных.

Интегрируется неоднородное дифференциальное уравнение четвертого порядка с правой частью, которому удовлетворяет функция напряжений F .

$$\frac{1}{E_2} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + \left(\frac{1}{G_{12}} - \frac{2\mu_{12}}{E_1} \right) \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{1}{E_1} \cdot \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = -(\alpha_2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \alpha_1 \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}),$$

где E_1 , E_2 – модули упругости при сжатии (растяжении) по главным направлениям x , G_{12} – модуль сдвига, характеризующий изменение углов между главными направлениями x и y , $\mu_{1,2}$ – коэффициент Пуассона, характеризующий расширение в направлении y при сжатии в направлении x , α_1 и α_2 – коэффициенты линейного расширения по главным направлениям, $T=T(x,y)$ – функция температур. Функция температур T удовлетворяет уравнению теплопроводности, которое для сотовой пластины имеет вид

$$K_{11} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + K_{22} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0, \text{ где } K_{ij} \text{ -- коэффициенты теплопроводности.}$$

Общее решение (1) складывается из общего решения однородного и частного решения неоднородного уравнений.

Практическая реализация задачи предусматривает моделирование отдельной сотовой ячейки и рассмотрение однозначных величин функций.

В результате эксперимента на сотовых пластинах при размере ячейки $a=15$ мм и $\rho=100$ кг/м³, величины напряжений $\sigma_x=0,022$, $\sigma_y=0,024$, $\tau_{xy}=-0,191$ МПа и перемещения $u=0,12$, $v=0,48$ мм. Испытания проводились при $t=+49,6^\circ\text{C}$.