

ЛИТЕРАТУРА

1. Livingstone, S. R. The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS) [Electronic resource]: A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English / S. R. Livingstone, F. A. Russo. – HUNGARY: University of Pecs Medical School, 2017. – Mode of access: <https://zenodo.org/record/1188976#.YFHHsWgzaUk/>. – Date of access: 15.04.2022.
2. Головки, В. А. Нейросетевые технологии обработки данных: учеб. пособие / В. А. Головки, В. В. Краснопошин. – Минск: Белорус. гос. ун-т, 2017. – 263 с.

УДК 539.3

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ
НА ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН
СО СЖИМАЕМЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ**

*Ю. В. Шафиева, доцент кафедры строительных технологий
и конструкций, канд. физ.-мат. наук, БелГУТ*

Резюме – рассмотрен термоупругий изгиб несимметричной по толщине круговой трехслойной пластины с легким заполнителем, не сопротивляющимся сдвигу и обжатю. Приведенное аналитическое решение позволяет с большей точностью рассчитывать напряженно-деформированное состояние трехслойных пластин в температурном поле при различных нагрузках, граничных условиях.

Resume – the thermoelastic bending of a circular three-layer plate with a light filler that doesn't resist shear and compression is considered. The above analytical solution makes it possible to calculate with greater accuracy the stress-strain state of three-layer plates in a temperature field under various loads and boundary conditions.

Введение. Слоистая структура композитных элементов конструкций предполагает такое сочетание слоев, которое позволило бы обеспечить надежную работу системы в неблагоприятных условиях окружающей среды (термосиловое, терморadiационное нагружения). Конструкции данной категории часто набирают из трех слоев: внешних тонких высокопрочных и заполнителя.

Развитие механики слоистых элементов конструкций в настоящее время связано с активной разработкой механико-математических моделей деформирования и поиском методов расчета трехслойных балок, пластин, оболочек на новые всевозможные виды и типы нагрузок. Так, влияние температурного поля на напряженно-деформированное состояние трехслойной круглой пластины под действием поверхностных нагрузок различных форм исследовано в [1], при осесимметричном растяжении-сжатии – в публикации [2]. Задача о квазистатическом деформировании цилиндрической оболочки в температурном поле рассмотрена в [3]. Исследованию напряженно-деформированного состояния трехслойных стержней при действии термосиловых нагрузок посвящена работа [4]. Следует отметить, что продолжаются исследования влияния сжимаемости срединного слоя на напряженно-деформированное состоя-

ние трехслойных круговых пластин [5]. При этом работа исследуемого элемента была рассмотрена в идеальных внешних условиях, что плохо согласуется с реальными условиями эксплуатации конструкций.

Основная часть. В связи с этим в данной работе рассматривается решение краевой задачи о термоупругом изгибе круглой трехслойной пластины со сжимаемым заполнителем. Постановка и решение задачи проводится в цилиндрической системе координат r, φ, z . Помимо принятых классических гипотез учитывается обжатие заполнителя. В начальный момент времени на наружную поверхность первого слоя начинает действовать осесимметричная распределенная нагрузка $q(r)$ и падает тепловой поток постоянной интенсивности q_t . Нижняя поверхность и контур пластины принимаются теплоизолированными. Решение краевой задачи сведено к нахождению четырех искомых функций – прогиба нижнего слоя, сдвига, радиального перемещения и функции обжатия в заполнителе.

После усреднения теплофизических характеристик по толщине пластины температурное поле в ней определится формулой

$$T = \frac{q_t H}{\lambda} \left\{ \tau + \frac{1}{2} \left(s + \frac{c + h_2}{H} \right)^2 - \frac{1}{6} - \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos \left[\pi n \left(s + \frac{c + h_2}{H} \right) \right] e^{-n^2 \pi^2 \tau} \right\}.$$

Система дифференциальных уравнений равновесия пластины в перемещениях получена с помощью вариационного принципа Лагранжа. Решение содержит функции Бесселя первого и второго рода нулевого и первого порядка, по виду формально совпадает с изотермическим, полученным ранее [5]. Искомое решение зависит от температуры через коэффициенты a_i .

Заключение. Полученное аналитическое решение позволяет исследовать НДС упругих трехслойных круговых пластин со сжимаемым заполнителем при любых осесимметричных нагрузках в температурном поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старовойтов, Э. И. Термоупругое деформирование трехслойной круглой пластины поверхностными нагрузками различных форм / Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко // Механика машин, механизмов и материалов. – 2018. – № 1(42). – С. 81–88.
2. Нестерович, А. В. Осесимметричное растяжение-сжатие круговой трехслойной пластины в температурном поле / А. В. Нестерович // Современные вопросы механики сплошных сред – 2019: сб. ст. по материалам конф. с междунар. участием, Чебоксары, 7 июня 2019 г. – Чебоксары, 2019. – С. 42–46.
3. Конюхов, А. В. Температурные поля и напряжения в пластинах и оболочках при локальном нагреве / А. В. Конюхов // Изв. высш. учеб. заведений. Авиационная техника. – 2001. – № 2. – С. 7–10.
4. Старовойтов, Э. И. Упругопластическое деформирование трехслойных стержней в температурном поле / Э. И. Старовойтов // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2012. – № 3. – С. 91–98.
5. Захарчук, Ю. В. Перемещения в упругой круговой трехслойной пластине со сжимаемым заполнителем / Ю. В. Захарчук // Теоретическая и прикладная механика: междунар. науч.-техн. сб. / Белорус. нац. техн. ун-т; редкол.: Ю. В. Василевич (пред.) [и др.] – Минск, 2020. – Вып. 35. – С. 61–69.