

Л. И. Мирнова (Подольск, ПИ филиал МГМУ (МАМИ)). **Особенности решения температурной задачи в случае локального теплового нагружения двух полых пересекающихся цилиндрических оболочек вращения, одна из которых является несущей.**

В многообразии конструктивных форм сосудов высокого давления имеется присутствие некоторых типичных оболочечных элементов в виде отводных патрубков, фланцев, штуцеров и т. д. Их изготовление осуществляется преимущественно методами сварки. Определение термонапряженного состояния околошовной сварной зоны весьма важная задача для разработчиков изделий энергетического машиностроения. Соединение свариваемых элементов с корпусом сосуда нарушает сплошность поверхности несущего контура. Линия пересечения поверхностей обоих элементов образована точками разрыва их контуров. Такой случай нельзя охарактеризовать некоторой кусочно-гладкой функцией, что приводит к математическим трудностям в решении температурной задачи. Предлагается следующий подход в преодолении сингулярности путем введения функции сопряжения поверхностей двух цилиндрических оболочек третьей.

Условие. Пусть несущая полая упругая оболочка S_1 с характерными параметрами $A^{(1)} = 1$, $R_1 \rightarrow \infty$, $B^{(1)} = R_2 = R$, $k_1^{(1)} = 0$, $k_2^{(1)} = 1/R$, пересечена другой полый упругой оболочкой S_2 с параметрами $A^{(2)} = 1$, $r_1 \rightarrow \infty$, $B^{(1)} = r_2 = r$, $k_1^{(1)} = 0$, $k_2^{(1)} = 1/r$. Здесь верхние индексы (1) и (2) относятся к параметрам несущей оболочки и сочлененной к ней соответственно. И пусть вблизи их места пересечения имеется локальное действие источника тепла. Требуется определить термонапряженное состояние сочлененного тонкого цилиндра S_2 с несущим тонким цилиндром S_1 при соотношениях $r \ll R$; $r/R = h^{(2)}/h^{(1)}$ и граничных условиях $\partial t/\partial \gamma^{(1,2)}$; $T_{(+h)}^{(1,2)} = T_{(-h)}^{(1,2)} = \text{const}$, рис. 1.

Задача сводится к определению температурного поля локального теплового узла в области резкого контурного изменения геометрической формы конструкции, образованной двумя пересекающимися полыми телами вращения, оси которых лежат в одной плоскости. По условию задачи тепловой источник действует в точке M , когда дуга MK тонкой оболочки S_1 стремится к нулю, следовательно, стягивающая ее хорда также стремиться к нулю.

Вопрос. Корректным ли будет предположение, что в точке K температура имеет такое же значение, что и в точке M , откуда принимаем, что $T_{(M)} \approx T_{(K)}$?

Д о к а з а т е л ь с т в о. Запишем условие преобразованной задачи, рис. 2. Пусть несущая цилиндрическая оболочка S_1 задана функцией $\psi_1(R)$, а сочлененная к ней оболочка $S_2 - \psi_2(r)$. И пусть обе тонкие оболочки сопряжены сектором другой тонкой оболочки вращения $G(\alpha, \varphi)$. Назовем ее кольцом сопряжения, образованным вращением дуги окружности m вокруг главной нормали n , где α — радиус окружности m . Тогда $G \cap S_1 = M$; $M \in G$; $M \in S_1$; $G \cap S_2 = M'$; $M' \in G$; $M' \in S_2$; $m \in S_1$; $m \in S_2$.

Условие сопряженности геометрических фигур является нахождение их геометрического места точек. Для нашего случая таким местом является точка O' , лежащая на прямой k , при этом дуга сопряжения имеет радиус $\alpha = \Delta r = \Delta R$.

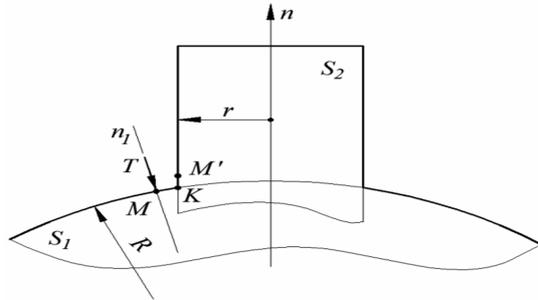


Рис. 1. Условие задачи

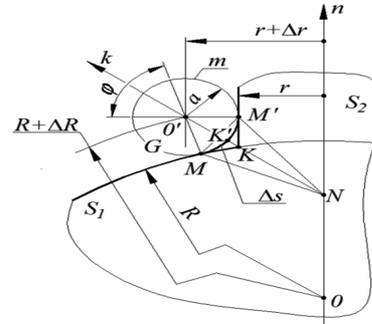


Рис. 2. Условие преобразованной задачи

Покажем, что преобразование задачи является корректным в случае принятия соотношения $T_{(K')} \approx T_{(K)}$. Запишем следующие предельные соотношения $\lim_{\Delta\varphi \rightarrow 0} \frac{MM'}{\Delta s} = 1$; $\lim_{\Delta\alpha \rightarrow 0} \frac{O'K'}{O'K} = \varepsilon$. В случае, когда имеет место $\lim_{\Delta\varphi \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta\varphi}$, точки M и M' хорды MM' стягивающие дугу Δs , занимают положение точки K' . При $\Delta a \rightarrow 0$, $\Delta R \rightarrow 0$, $\Delta r \rightarrow 0$ величина ε сколь угодно малая величина, поэтому $T_{(K')} \rightarrow T_{(K)}$.

Введение функции сопряжения, характеризующей сопряженную поверхность между пересекающимися поверхностями тонких цилиндрических оболочек, позволяет выделить область исследования, где выполняются условия непрерывности, дифференцируемости функций и вариаций отображения. Это позволяет решать температурную задачу с непрерывной пространственной координатой.