

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБРАЗОВАНИЯ В КОНСТРУКЦИЯХ С ЭЛАСТОМЕРНЫМИ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Петрова Ю. А.

Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт",
Харьков, Украина

В современном машиностроении всё больше применение находят эластомерные композитные материалы, в том числе резинордные композиты и резиновые элементы конструкций.

Характерной особенностью резинордных композитов является их существенная физическая нелинейность, которая проявляется, в том числе в гипервязкоупругом поведении материала резиновой матрицы. Динамическое деформирование вязких материалов естественно сопровождается процессами диссипации энергии в окружающую среду. Для резиноподобных материалов, которые характеризуются существенной вязкостью и слабой теплопроводностью, динамическое и/или циклическое деформирование, которое является характерными для широкого класса резинордных элементов машиностроительных конструкций, приводит к самонагреву конструкции. Так каждый цикл нагружения сопровождается выделением тепла, которое впоследствии накапливается и приводит к общему существенному нагреву [1, 2].

Следует отметить, что эластомеры имеют значительную чувствительность механических свойств к изменению температуры. Так, для резиносодержащих материалов нагрев на 20° С сопровождается уменьшением их жёсткости на 20%; нагрев на 50°С снижает прочность резины на 50%, а прочность связи корда с резиновой матрицей уменьшается в 2 раза). В условиях эксплуатации реальных конструкций теплообразование существенно неоднородно, в силу конструктивных особенностей, неравномерности распределения порождающего динамического НДС и процессов теплопроводности. Это приводит к локализации мест с повышенной температурой, областей с высоким ее градиентом.

Таким образом, определение закономерностей формирования теплового состояния (теплообразования) в резинордных композитных элементах конструкций является актуальной научно-практической задачей, которая позволит определить термонагруженные зоны в данных конструкциях, оценить степень возможной вариации свойств материалов в эксплуатации, а также интенсивность процессов деградации (старения и усталости), которые существенно зависят от температуры.

В данной работе предложен алгоритм реализации численной процедуры определения процессов нестационарной теплопроводности.

В качестве практического применения разработанного алгоритма был промоделирован процесс формирования теплового состояния пневматической шины во время ее работы (равномерного качения). При этом на основе метода конечных элементов решается задача нестационарной теплопроводности презентативного объема сектора пневматической шины в условиях конвективного теплообмена и наличия внутренних источников тепловыделения в каждой точке тела. Количество выделенного тепла в каждой точке вычисляется индивидуально, в соответствии с количеством тепла выделившемся в результате деформирования этой части шины за один цикл (оборот колеса).

На рис. 1 продемонстрированы циклы деформирования для наиболее характерных зон слоя каркаса в полярных координатах (зоны с наибольшими деформациями).

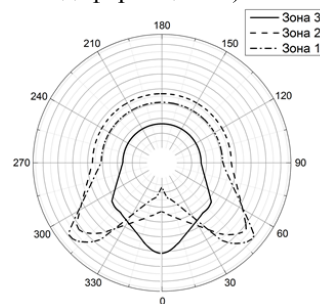


Рисунок 4 – Циклы деформаций каркасного слоя (зона 1 – плечевая зона 2 – удвоение каркаса, зона 3 – бортовая зона)

При этом используются результаты полученные в предыдущей работе автора [2], где были определены циклы деформаций и напряжений в зависимости от времени.

Таким образом, применение разработанного алгоритма к моделированию процесса теплообразования в шине позволило установить характер распределения тепла по слоям шины и получить график нагрева наиболее деформированных зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cho J.R., Lee H.W., Jeong W.B., et al. Numerical estimation of rolling resistance and temperature distribution of 3-D periodic patterned tire. // Intern. J. Solids Struct. – 2013– № 50. – С. 86-96.
2. Ларин А.А.; Баранник И.М.. Исследование формирования теплового состояния пневматических шин в процессе стационарного качения // Весник НТУ «ХП». – 2011. – №63. – С. 64-78,
3. Петрова Ю.А., Ларин О.О. Визначення циклів напружень елементів пневматичної шини з використанням процедури субмоделювання. // Вісник НТУ «ХП», №57.- Харків: НТУ «ХП». - 2014. - С. 37- 49