

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН ПРИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОМ КОНТАКТЕ

Ткачук А.Н.¹, Ткачук А.В.²

¹Университет Штутгарта, Германия,

²Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

В работе поставлена и решена задача создания методов анализа напряженно-деформированного состояния машиностроительных конструкций с учетом связанного термомеханического контакта их элементов по поверхностям согласованной формы. Учитывая, что в таких конструкциях часто встречаются тонкостенные элементы, а зоны контакта ограничены кромками, отдельно исследованы особенности распределения давлений и тепловых потоков вблизи границ областей контакта для оболочек и тел с угловыми точками.

Для анализа задачи в общем случае предложены новые локальная и вариационная постановки. В отличие от существующих подходов, они учитывают зависимость термического контактного сопротивления от величины контактного давления, что позволяет реалистичнее описать связанный процесс деформирования и теплопередачи в машинах, а, соответственно, более точно анализировать их конструкционную прочность.

На основе предложенных вариационных формулировок построен общий двумерный конечный элемент для решения связанных термомеханических задач. Для интегрирования полученной системы алгебро-дифференциальных уравнений предложена модификация метода Ньюмарка, позволяющая исключить нефизические осцилляции контактных величин.

Получено аналитическое решение задачи об идеальном термоупругом контакте двух клиньев произвольных углов раствора. Для решения задачи привлечен метод интегрального преобразования Меллина. Определен вид и порядок особенностей в распределении контактных давлений и тепловых потоков вблизи угловой точки, а также установлено, что порядок особенности напряжений не зависит от порядка особенности тепловых потоков. Данный результат может быть распространен на случай кромочного контакта в трехмерном случае.

Также предложен численно-аналитический метод вычленения особенности из решения дискретизированной задачи путем анализа поведения численного решения на последовательно сгущающихся вложенных сетках конечно-элементной дискретизации.

На примере задачи о контакте цилиндрической оболочки и бандажа получены аналитические решения контактной задачи о взаимодействии с жестким бандажом в широком диапазоне параметров. Установлено влияние применяемой теории оболочек на особенности распределения контактных величин и предложены новые физически мотивированные условия сопряжения тонкостенных элементов в термомеханическом контакте. С использованием этих условий был построен новый осесимметричный оболочечный контактный конечный элемент.