

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕРМОРАДИАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СФЕРЫ С УЧЕТОМ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

М.И.Массальский, Ю.А. Гурвич

(Белорусский Национальный Технический Университет, г.Минск)

This article describes the use of a numerical method for solving the problem of determining the tension thermoradiation state of the sphere with the creep

Применение численных методов получило свое развитие в самых разнообразных областях современной науки и техники все чаще приходится встречаться с такими математическими задачами, для которых невозможно получить точного решения классическими методами или же решение может быть получено в таком сложном виде, который совершенно неприемлем для практического использования. Очень часто приходится встречаться с необходимостью решения сложных систем линейных алгебраических уравнений и решения систем дифференциальных уравнений, которые не интегрируются в элементарных функциях. При рассмотрении задачи определения напряженного состояния сферы под действием терморadiaционной нагрузки с учетом деформаций ползучести, можно представить математическую модель, в основу которой положено использование численных методов. Для определения перемещений используем метод аппроксимации.

Проведя некоторые вычисления и преобразования получаем системы линейных уравнений для сферы, имеющую внутреннюю полость радиуса R_B ; для сплошной сферы, для сферы. Решая эти системы методом Гаусса и представляя их в более удобном для решения виде, переставив в правую часть составляющие, которые задаются условиями, в левую – неизвестные, получаем: для сферы, имеющую внутреннюю полость радиуса R_B :

Для сплошной сферы:

Эти системы алгебраических уравнений представляют собой математическую модель, в основу которой положены численные методы. Решение данных уравнений позволяет определить радиальные перемещения в каждой точке радиуса, на основе которых определяются остальные величины (напряжения и деформации), характеризующие напряженно-деформированное состояние сферы. Однако спецификой терморadiaционного нагружения является тот факт, что в функцию, описывающую воздействие нейтронного облучения входит параметр времени. Следовательно, напряженное состояние будет меняться с течением времени.

Накопление необратимых деформаций в твердых телах связано с двумя взаимозависимыми термодинамическими процессами, происходящими при их деформировании. Первый из них определяется зависимостью функции диссипации энергии от скорости протекания процесса и связывается с проявлением вязких свойств материалов. Следствием этого оказываются явления ползучести и релаксации напряжений.

В итоге имеем полное описание математической модели для определения основных характеристик, описывающих напряженно-деформированного состояния сферы под действием терморadiационной нагрузки с учетом деформации тепловой и радиационной ползучести. Она представляет собой систему простых алгебраических уравнений (1), решение которой дополняется определением деформаций ползучести .

где величины деформации ползучести на предыдущем шаге по времени; величины скоростей деформации ползучести в момент времени ; шаг по времени; $k_l=1,2,3$.

Невзирая на то, что численные методы получили свое распространение при решении многих задач механики деформируемого твердого тела, при поиске решений подобного типа задач необходимо удостовериться, что невозможно получить решение в аналитическом виде. Такой подход позволит повысить производительность при расчетах, а также требует меньше машинного и человеческого ресурса при решении поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Займовский А.С., Калашников В.В., Головнин И.С. Тепловыделяющие элементы атомных реакторов. М.: Атоиздат. 1996, -520с.
2. Головнин И.С., Лихачев Ю.И. Прогнозирование работоспособности твэлов с окисным горючим для быстрых натриевых реакторов. «Атомная энергия», 1976, т.40, вып.1, с. 27-37.
3. Лихачев Ю.И., Звонарев В.П. Распухание делящихся материалов в неравномерных температурных и нейтронных полях. «Атомная энергия», 1969, т.27, вып.3, с.196-200.