

Численное моделирование процессов деформирования по винтовым траекториям на основе теории пластического течения

Научный руководитель – Овчинникова Нелли Викторовна

Досов Артем Алексеевич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Москва, Россия

E-mail: artem.dosov@math.msu.ru

Целью работы является анализ возможности и точности описания сложных упруго-пластических процессов деформирования по винтовым пространственным траекториям с помощью различных вариантов теории пластического течения, представленных в программном комплексе ANSYS. Рассмотрены теория течения с линейным изотропным, линейным кинематическим упрочнением, модель нелинейного кинематического упрочнения Ж.Л. Шабоша, модель нелинейного изотропно-кинематического упрочнения. Проведено сравнение вычисленных в ANSYS значений напряжений, возникающих в плоском элементе при его деформировании по винтовым траекториям, с известными в литературе экспериментальными данными, полученными в соответствующих испытаниях тонкостенных трубчатых образцов из стали 45.

Для идентификации параметров нелинейных моделей пластичности разработаны алгоритмы с использованием методов оптимизации. В качестве экспериментальных данных для определения материальных констант были использованы результаты испытаний тонкостенных трубчатых образцов из стали 45 на одноосное растяжение и циклическое деформирование. Кроме этого для одного из рассматриваемых экспериментов с винтовой траекторией деформирования были определены параметры моделей нелинейных кинематического и изотропно-кинематического упрочнений из условия наилучшего совпадения расчетных напряжений с экспериментальными данными (определен «оптимальный набор констант» для данного эксперимента и данной модели).

Для сопоставления расчетных и экспериментальных данных использовано представление образа процесса деформирования в пятимерном векторном пространстве напряжений и деформаций А.А. Ильюшина. На примере одного из рассматриваемых экспериментов вычислены параметры кривизны и крутки модельной траектории деформирования, отвечающей расчетам для сжимаемого материала. Показано, что в отличие от случая несжимаемого материала, эти величины не являются постоянными. Описание векторных и скалярных свойств процесса деформирования существенно зависит от выбора модели пластичности. Установлено, что модель изотропного упрочнения не позволяет адекватно описать процесс, значительно завышая интенсивность напряжений. Модели кинематического упрочнения дают качественное совпадение с экспериментом, воспроизводя волнообразный характер изменения "угла сближения", т.е. угла между вектором напряжений и касательной к траектории деформации. Наилучшая точность описания экспериментальных данных достигнута при использовании модели нелинейного кинематического упрочнения Шабоша с оптимизированными параметрами идентификации.