

УДК 621.01:539.52

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСТЯЖЕНИЯ НИКЕЛИДА ТИТАНА В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА

Ильина Т.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук, ассистент ФСУиР Моторин А.С.
(Университет ИТМО)

В работе рассмотрены особенности моделирования эффекта памяти формы в системе инженерного анализа. Для моделирования использовался модуль Marc конечно-элементной системы MSC Patran-Nastran от компании MSC Software. Приведены результаты моделирования растяжения никелида титана и сравнение полученных результатов с экспериментальными данными.

Введение. Сплавы с эффектом памяти формы (SMA) обладают специфическим механизмом обратимой деформации, который заключается в явлении возврата к первоначальной форме при нагреве после пластической деформации. Образец из такого сплава деформируется при комнатной или низких температурах, а затем нагревается до более высоких температур. При нагреве мы можем наблюдать, как деформированный образец возвращается к «запомненной» ранее форме. Интерес к сплавам с памятью формы связан с возможностями их применения в приборах и конструкциях многократного циклического действия. В настоящий момент существуют теоретические способы описания влияния характера приложения сжимающей нагрузки на критические характеристики элементов из данных сплавов, но они основаны на гипотезах и позволяют получить лишь приблизительные значения. Предметом исследования в настоящий момент является построение физически обоснованной модели, включающей в себя анализ структуры материала и процессов деформации.

Основная часть. В настоящей работе мы исследовали поведение цилиндра из сплава NiTi (никелид титан или нитинол) эквимолярного состава (50 Ni : 50 Ti) при его растяжении с помощью метода конечных элементов, используя систему инженерного анализа - MSC Marc. Она является одной из ведущих программ конечно-элементного анализа и позволяет определять перемещения, деформации, напряжения и внутренние усилия в теле под воздействием нагрузок, медленно меняющихся во времени.

В MSC Marc имеется встроенный модуль расчета эффекта памяти, содержащий две расчетные модели, которые описывают поведение сплавов SMA: механическая и термо - механическая. Первая модель хорошо описывает только псевдоупругость и используется для предварительных расчетов. Термо – механическая модель, которая используется в настоящей работе, учитывает упругую, фазовую, пластическую и термическую деформации. Объектом исследования, исходя из наличия сравнительных экспериментальных данных, был выбран цилиндр диаметром 5 мм и длиной 10 мм, жестко закрепленный с одной стороны и испытывающий одноосное растяжение при нагрузках от 500 до 1200 МПа с другой, при температурах от 20 до 300 °С.

По завершении всех расчетов, программный пакет MSC Marc отображает зависимости нагружения сплава во всех фазовых состояниях. Все данные записаны в табличном виде, с возможностью экспортирования для дальнейшей работы в программных редакторах. По полученным данным строились диаграммы деформирования и проводилось сравнение с экспериментальными данными.

Выводы. При сравнении экспериментальных и расчетных было обнаружено, что термо - механическая модель достаточно точно определяет конечное значение напряжения и остаточной деформации, но качественная сходимость не была достигнута. Для исследования поведения сложных функциональных конструкций и систематизации получаемых данных,

необходимо дальнейшее исследование в этой области и построение физически обоснованной модели напряженно-деформированного поведения сплавов SMA. Результаты проделанной работы указывают на возможность ускорения темпов модернизации различных отраслей промышленности за счет эффективного применения сплавов с эффектом памяти формы при изготовлении конкурентоспособной продукции.