

### КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ МАТЕРИАЛА С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

Работа [1] посвящена исследованию возможностей конечно-элементного моделирования применительно к решению задач для силовых элементов из материала с эффектом памяти формы (ЭПФ) с целью их дальнейшего применения для расчетов и создания механизмов, содержащих подобные силовые элементы.

В работе использовалась мультилинейная идеализированная модель материала с ЭПФ (рис. 1); в рассматриваемой модели материала предполагалась линейная зависимость напряжений, отвечающих началу и концу прямого и обратного фазовых превращений, от температуры.

В ходе решения тестовых задач, как изотермических, так и с переменными температурными условиями, определен порядок расчета силовых элементов с учетом особенностей модели материала. Например, одной из особенностей расчета является тот факт, что для реализации процесса восстановления исходной формы образца в процессе его нагревания необходимо также соответствующим образом поддерживать изменение функции напряжений.

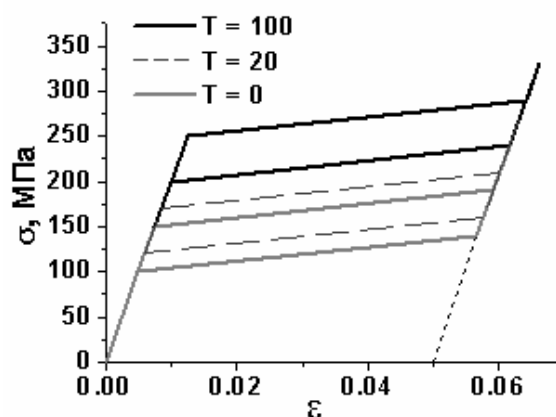


Рис. 1

Проведено конечно-элементное моделирование поведения силового элемента из материала с ЭПФ при изгибе, работы дискретного линейного переключателя, состоящего из двух силовых элементов, а также проведено моделирование изменения формы объекта, состоящего из центрального упругого элемента и двух силовых элементов из материала с памятью формы.

Примером, наиболее наглядно представляющим поведение силовых элементов, является модель линейного двухпозиционного переключателя на силовых элементах с ЭПФ. Она представляет собой систему из двух одинаковых стержней, расположенных на одной

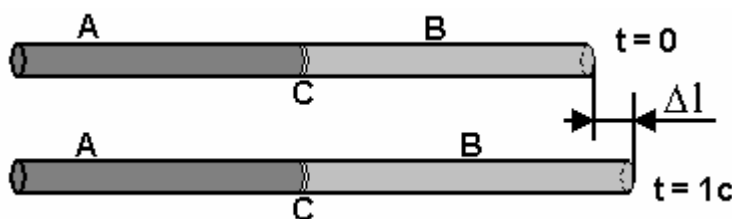


Рис. 2

оси и жестко скрепленных между собой (рис. 2). В исходное состояние модель приводится следующими предварительными операциями: концы стержня А закрепляются (соответственно левый конец стержня В также закреплён), правый конец стержня В перемещается на заданную величину  $\Delta l$ ; затем элемент крепления между стержнями (маркер С) освобождается, в результате чего в системе устанавливается равновесие (с  $t=0$  с до  $t=2$  с). Для перевода переключателя в крайнее правое положение производится равномерное нагревание стержня В с дополнительным приложением распределенной силы (с  $t=2$  с до  $t=3$  с). При нагревании материал возвращает фазовые деформации, переходя в высокотемпературную аустенитную фазу — сокращается, тем самым растягивая стержень А, находящийся при 'нулевой' температуре, который при этом претерпевает фазовое превращение аустенит–мартенсит. Маркер С занимает крайнее правое положение. После

этого стержень охлаждается, соответственно, снимается дополнительная распределенная сила (с  $t=3$  с до  $t=4$  с). Переключение завершено. Теперь для перевода переключателя в левое крайнее положение производится описанная последовательность действий со стержнем А (с  $t=4$  с до  $t=6$  с). Каждое из крайних положений является устойчивым.

Графики изменения компонент  $\epsilon_x$  тензора деформаций для каждого из стержней (А и В) от времени представлены на рис. 3. График перемещения маркера С с течением времени представлен на рис. 4.

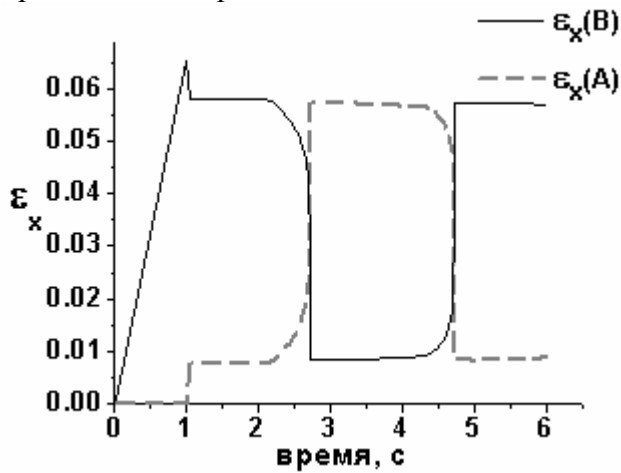


Рис. 3

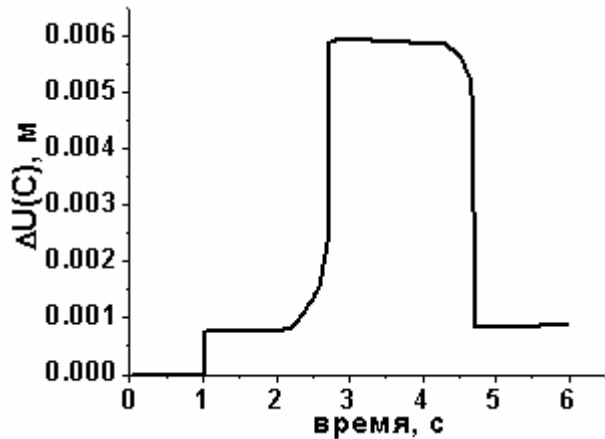


Рис. 4

Результаты, полученные в работе при решении модельных задач, позволяют говорить об эффективности конечно-элементного моделирования и целесообразности его применения при дальнейшем расширении круга проблем, связанных с использованием материалов с эффектом памяти.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.А.Прядко. Магистерская диссертация «Конечно-элементное моделирование поведения силовых элементов из материала с эффектом памяти формы». СПбГПУ, 2007.