

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСРЕДСТВОМ МИКРОСТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ АСИММЕТРИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НИКЕЛИДА ТИТАНА ПО ОТНОШЕНИЮ К РАСТЯЖЕНИЮ - СЖАТИЮ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ТОЛЩИНЕ БАЛКИ ПРИ ЧИСТОМ ИЗГИБЕ

Волков А.Е., Евард М.Е., Волкова Н.А., Вуколов Е.А.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
Российская Федерация
a.volkov@spbu.ru

В данной работе представлено численное моделирование изгиба балки из сплава с памятью формы (СПФ) TiNi в режиме чистого изгиба с использованием гипотез Бернулли-Эйлера. Балка подвергается действию изгибающего момента, и вариациям температуры. Поле температур предполагается однородным по толщине балки. Формулировка краевой задачи включает уравнения, описывающие механическое равновесие и соотношения микроструктурной модели для расчета приращений деформации представительного объема при заданных приращениях температуры и напряжения. Учитываются только упругая и фазовая деформации. Моделировали чистый изгиб балки из эквиатомного никелида титана. Размеры балки: длина 50, ширина 10 и толщина 2.8 мм. На рис.1 представлена зависимость прогиба балки от изгибающего момента при ее деформировании в псевдоупругом состоянии.

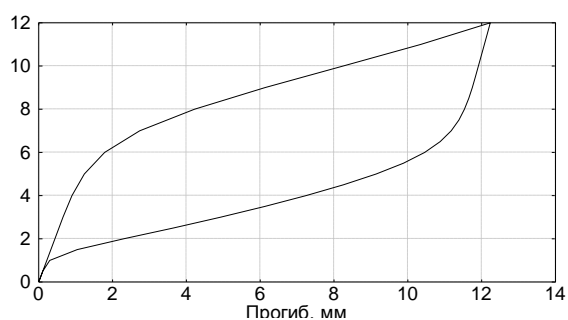


Рисунок 1 Зависимость изгибающего момента от прогиба балки при ее деформировании в псевдоупругом состоянии.

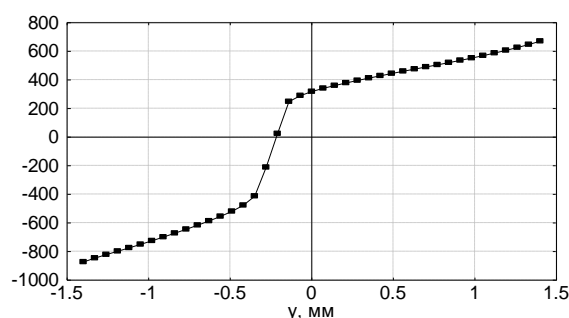


Рисунок .2 - Распределение нормального напряжения по высоте балки при максимальном изгибающем моменте 12 Н·м

На рис.2 показано распределение по высоте нормального напряжения на площадках, перпендикулярных оси балки. Поскольку микроструктурная модель автоматически учитывает асимметрию свойств TiNi по отношению к сжатию – растяжению, использование этой модели для описания поведения материала балки предсказывает, что нейтральная линия изогнутой балки не проходит через ее середину, а смещена в сторону сжатых слоев балки. При этом максимальная абсолютная величина сжимающего напряжения оказывается больше, чем величина растягивающего напряжения. Данное обстоятельство следует учитывать при оценке функциональных свойств СПФ, тестируемых в режиме изгиба.

Получены аналогичные зависимости максимального прогиба от изгибающего момента при изотермическом изгибании балки в псевдопластическом (мартенситном) состоянии и зависимости прогиба от температуры при охлаждении и нагреве балки, нагруженной постоянным моментом. Найдены распределения напряжений и объемной доли мартенсита по толщине балки для различных этапов термомеханического нагружения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18-01-00594.