

РАСЧЕТ ПЛАСТИЧНОСТИ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ПЛАСТИНЕ ИЗ TiNi ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ С КОНЕЧНОЙ СКОРОСТЬЮ

Волков А. Е., Кухарева А. С.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
kukhareva_as@mail.ru*

Материалы с эффектом памяти формы относятся к классу функциональных материалов, способных испытывать большие обратимые деформации при изменении температуры. Благодаря своим физико-механическим свойствам, они нашли применение в различных областях техники и медицины. Для успешного проектирования деталей из сплава с памятью формы необходимо не просто знать свойства материала, но и учитывать влияние размеров и формы тела на проявление деформационных эффектов. Актуальным становится вопрос разработки эффективных методов расчета напряженно-деформированного состояния в телах из сплавов с памятью формы (СПФ).

В данной работе решена связанная термомеханическая задача для бесконечной пластины из СПФ, которая подвержена действию продольной внешней силы и охлаждению с поверхности. Используется условие Ньютона теплообмена со средой. Определяющие уравнения среды задаются микроструктурной моделью [1]. При расчете поля температур учитывается выделение скрытой теплоты превращения при прохождении прямого мартенситного превращения. Напряжения в теле обусловлены внешней силой, несовместимыми температурными и фазовыми деформациями. Учитывается влияние напряжений на протекание превращения. Используется предположение об изотропном отклике материала на внешнее воздействие. Полученная связанная термомеханическая задача решалась численно с использованием итерационной процедуры с переменным итерационным параметром.

Моделировали нагружение пластины из никелида титана продольной силой (F_x), соответствующей начальному напряжению $\sigma_x = 100$ МПа, с последующим охлаждением через интервал прямого мартенситного превращения при постоянной силе. Проведен численный эксперимент для пластины толщиной 20 мм. Скорость изменения температуры окружающей среды 0,01 К/с. Отмечено, что распределения температур по толщине в различные моменты времени монотонны, максимальная разность температур внутри пластины и на ее поверхности составляет 0,6 К. Даже при малой скорости охлаждения наблюдается неоднородное распределение напряжений по толщине пластины. До начала прямого мартенситного превращения в наружных слоях, начинается тепловое сжатие, увеличивается осевое напряжение. После начала превращения в приповерхностных слоях идет релаксация напряжений, одновременно с этим во внутренней области наблюдается рост осевого напряжения. После окончания превращения во внешних слоях напряжение в них снова возрастает, а внутри, где превращение еще идет, напряжение уменьшается.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 07-01-00457 и гранта Президента РФ по поддержке научных школ НШ-4518.2006.1.

Список литературы

1. Волков А.Е. Микроструктурное моделирование деформации сплавов при повторяющихся мартенситных превращениях // Изв. Академии Наук. Сер. Физическая. 2002. Т.66, № 9. С. 1290 – 1297.