

## РАСЧЕТ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ СПЛАВА СПАМЯТЬЮ ФОРМЫ TiNi В АУСТЕНИТНОМ СОСТОЯНИИ

Волков А. Е., Евард М. Е.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,  
evard@math.spbu.ru

Разрушение кристаллов при пластической деформации рассмотрено с позиций микроструктурной модели накопления дефектов и разрушения. Математический объект представлял собой поликристалл с кубической кристаллической решеткой, в каждом из зерен которого скольжение возможно по системам, действующим в сплаве TiNi в аустенитном состоянии [1]. Модель представляет собой развитие подхода, предложенного в [2, 3]. Дефекты разделяли на две категории: обратимые и необратимые посредством деформации. Первые, создающие ориентированные дальнедействующие поля напряжений, можно сопоставить с дислокационными петлями, зарождающимися и эволюционирующими в процессе деформации, вторые – с неспособными к скольжению дислокационными конфигурациями, образующимися при двойном поперечном скольжении дислокаций, огибании ими препятствий и при их неполной аннигиляции. Для плоскости скольжения сформулированы уравнения, описывающие эволюцию дефектов, и предложен новый деформационно-силовой критерий микроразрушения. Развитие процесса разрушения с микро- на макроуровень описано в терминах параметров поврежденности, аналогичных введенным в [5, 6]. Эти параметры можно ассоциировать с образованием и ростом микротрещин. При их расчете полагали, что вскрывается микротрещина конечного размера, который определяется критической энергией в области зарождения. В дальнейшем такая трещина растет по мере сдвига и взаимодействия с образующимися обратимыми дефектами. Считали, что зерно поликристалла разрушается, когда величина поврежденности в нем достигает критического значения, а макро-разрушение представительного объема происходит, когда критическим становится число «разрушенных» зерен.

Выполнено моделирование деформации и разрушения модельного объекта (рис. 1). Константы материала подобраны таким образом, чтобы пределы текучести при 600 и 1200 К и предел прочности при 600 К соответствовали экспериментальным данным для сплава TiNi в аустенитном состоянии [6].

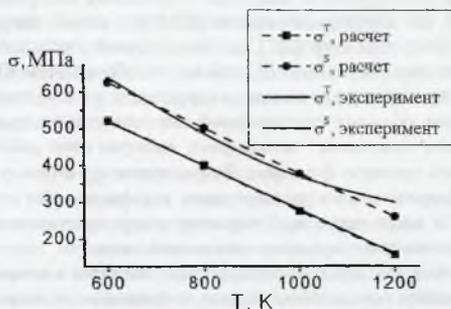


Рис. 1. Расчетная и экспериментальная [6] зависимости пределов текучести  $\sigma^T$  и прочности  $\sigma^S$  от температуры для сплава Ti–55%Ni.

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

### Список литературы

1. Чумляков Ю. И., Сурикова Н. С., Коротаев А. Д. Ориентационная зависимость прочностных и пластических свойств монокристаллов никелида титана // Физ. мет. и металловед. 1996. Т. 82. Вып. 1. С. 148 – 158.
2. M.E. Evard, A.E.Volkov A theoretical study of the plastic deformation in titanium-nickel shape memory alloy // Proceeding of International Symposium on Shape Memory Alloys/ Fundamentals, Modelling and Industrial Applications, edited by F.Troshu, V.Brailovski, A.Galibois, 1999, P.177-183.
3. А.Е. Волков, М.Е. Евард, О.В. Бобелева Моделирование накопления дефектов и повреждаемости в процессе пластической деформации и при аккомодации мартенсита в сплавах с памятью формы // Материаловедение, 2006. № 12. С.2-5.
4. В.А. Лихачев, В.Г. Малинин Структурно-аналитическая теория прочности. СПб.: Наука, 1993. 471 с.
5. А.Е. Волков, В.А. Лихачев, В.Ф.Мозгунов Использование структурно-аналитической теории для расчета сигналов акустической эмиссии и оценки остаточного ресурса // Функционально-механические свойства материалов и их компьютерное конструирование / Материалы XXIX семинара “Актуальные проблемы прочности”, Псков, 1993. С. 581-591.
6. М.И. Мусатов, Л.П. Фаткуллина, А.Ш. Фридман и др. Исследование качества слитков и деформируемости сплава системы титан-никель // Маталловедение и литье легких сплавов. М.: Металлургия, 1977. С.237-245.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Осташев В. В.

*Псковский Государственный педагогический университет, Псков*  
ostvv@yandex.ru

### 1. Общие принципы

Понятие конструкционной прочности (КП) предполагает ряд количественных характеристик, описывающих работу деформируемого поликристаллического материала (ДПМ) в конструкции, и определяется как внутренняя реакция ДПМ на условия нагружения в виде эволюции деформационных структур (ДС), организованных как многоуровневые иерархические, нелинейные динамические. ДС, являясь отображением КП, определяется как форма локализации процесса и как нечеткая корреляция в расположении мезодефектов и связей между ними, обладает определенной интеллектуальностью, выраженную принципом рационального поведения: мезодефект, выбирая свои действия, всегда стремится максимизировать целевую функцию. Разряд сдвиг ( $\gamma$ ) – поворот ( $\omega$ ) или отдельный акт (сдвиг или поворот) можно рассматривать как финальную стадию этой задачи, а неоднородность и осциллирующий характер микропластических деформаций (МПД) можно определить как след управляющего воздействия.

Внутренняя задача управления, стоящая перед мезодефектами, сводится к нахождению решающего правила, позволяющего осуществить полезную функцию в соответствии с принципом Ле-Шателье – внешнее воздействие, выводящее систему из равно-