

## ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 539.3

DOI: 10.17223/00213411/63/9/63

М.Н. КРИВОШЕИНА, Е.В. ТУЧ

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НИКЕЛИДА ТИТАНА ПРИ ДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСА ВСЕСТОРОННЕГО СЖАТИЯ \*

На примере монокристаллического никелида титана показана важность учета анизотропии объемной сжимаемости при расчетах процессов упругопластической деформации в материалах с кубической симметрией упругих свойств. Процессу равномерной объемной деформации соответствует процесс неравномерного напряженного состояния для материалов с кубической симметрией свойств для некоторых ориентаций расчетной системы координат относительно направлений основных кристаллографических осей. Указательная поверхность объемной сжимаемости (или обратной ей величины – модуля всестороннего сжатия) имеет несферическую форму и является функцией углов Эйлера. Это впервые показано с помощью решения модельной задачи – определения напряженного и деформированного состояний тела сферической формы из монокристаллического никелида титана под действием импульса всестороннего сжатия. В общем случае ориентирования расчетной системы координат относительно направлений основных кристаллографических осей исходно сферическое тело из монокристаллического никелида титана под действием импульса всестороннего сжатия деформируется в двухосный эллипсоид.

**Ключевые слова:** никелид титана, упругие постоянные, монокристалл, динамическое воздействие.

## Введение

Исследование механических свойств никелида титана имеет обширную библиографию вследствие их исключительности [1–7] и связано, в основном, с изучением его упругих и неупругих деформаций. Ряд исследований посвящен зависимости упругих свойств от величины всестороннего сжатия [7], а также вариации упругих свойств монокристаллов никелида титана вплоть до отсутствия или наличия у него ауксетичности [1, 2, 5, 6]. Однако в работах полагается, что в никелиде титана, характеризующемся кубической симметрией свойств, в отличие от иных видов симметрии упругих свойств, модули объемного сжатия являются независимыми от направления [1–6].

Например, в материалах с ортотропной или транстропной симметрией упругих свойств равномерная объемная деформация из-за отличий величин упругих свойств во взаимно перпендикулярных направлениях вызывает анизотропное давление [8–10]. Анизотропия возникающего давления определяется анизотропией модулей объемного сжатия материала в различных направлениях [8, 9]. В многочисленных исследованиях пределов изменения технических упругих постоянных в материалах с кубической симметрией свойств для определения модуля объемного сжатия используют формулу, содержащую только величины упругих постоянных  $C_{11}$  и  $C_{12}$  [11–17]. Поэтому в различных программах, позволяющих визуализировать указательные поверхности технических упругих постоянных, указательная поверхность модуля объемного сжатия имеет сферическую форму [18–21].

В работе показано, что отличия величин модулей объемного сжатия для монокристалла никелида титана для направлений [001] и [011], составляющие приблизительно 15 %, определяют отличия величин давления в монокристалле в условиях объемных деформаций в этих направлениях. Точное соответствие определяемого давления равномерной объемной деформации необходимо при определении сложного напряженного состояния материала с кубической симметрией свойств, включающего в себя значительную степень сжатия материала. Это является важным для точного определения границы между упругой и пластической деформациями вдоль каждой из расчетных осей координат, а также при моделировании вязкого разрушения материалов с кубической симметрией свойств, так как такие феноменологические модели связаны с процессом накопления сферических микропор в материале.

Цель работы – исследование изменения формы исходно сферического тела из монокристаллического никелида титана в случае, если направление двух осей расчетной системы координат не

\* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.1.2.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>