

УДК 538.9

DOI: 10.17223/00213411/63/7/102

*В.Н. ТИМКИН, В.Н. ГРИШКОВ, А.И. ЛОТКОВ, Д.Ю. ЖАПОВА***ВЛИЯНИЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ НАГРУЖЕНИЕ – РАЗГРУЗКА ПРИ ДЕФОРМАЦИИ ИЗГИБОМ НА НЕУПРУГИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА В СОСТОЯНИИ В2-ФАЗЫ ***

На образцах сплава $Ti_{49.3}Ni_{50.7}$ (ат. %) выполнены исследования влияния механоциклирования методом изгиба на величину эффектов памяти формы и сверхэластичности при максимальной заданной деформации в интервале от 4.0 до 22.8 %. При каждом значении заданной деформации проводили 11 механоциклов нагружения и разгрузки образцов при $T = 295$ К, т.е. выше A_K , в оснастке с V-образным каналом (угол между стенками канала 90°) при нагружении образцов цилиндрами заданного радиуса. После каждого цикла нагружение – разгрузка образцы нагревали до 493 К, при этом фиксировали пластическую составляющую заданной деформации. Установлено, что даже небольшая деформация, равная 4.5 %, заданная образцам сплава $Ti_{49.3}Ni_{50.7}$ (ат. %), находящимся в В2-фазе, приводит к появлению пластической составляющей деформации. Представленные в работе результаты необходимо учитывать при практическом использовании сплава данного состава в качестве изделий медицинского назначения, которые испытывают напряжения на изгиб.

Ключевые слова: эффект памяти формы, сверхэластичность, неупругая деформация, механоциклирование, деформация изгибом.

Введение

Интерес исследователей к сплавам на основе никелида титана вызван проявлением в этих сплавах неупругих свойств, включающих в себя эффекты памяти формы (ЭПФ) (однократный или обратимый) и сверхэластичности, обусловленные реализацией мартенситных превращений (МП) $B2 \leftrightarrow R$, $B2 \leftrightarrow B19'$ и $B2 \leftrightarrow R \leftrightarrow B19'$ [1, 2], где В2 – высокотемпературная фаза, упорядоченная по типу CsCl, R и B19' – мартенситные фазы с ромбоэдрической и моноклинной структурами соответственно.

В [3, 4] было обнаружено, что при термоциклировании образцов сплавов на основе никелида титана через температурные интервалы мартенситных превращений без приложения к ним внешнего напряжения сначала наблюдается довольно интенсивное понижение температур начала и конца прямого (M_n и M_k) и обратного (A_n и A_k) МП, и только после 5–10 циклов достигается стабилизация этих температур. При этом температура превращения в R-фазу (T_R) повышается. В работах [5, 6] исследовано влияние термомеханического циклирования через интервалы температур прямого и обратного МП на неупругие свойства образцов сплавов на основе никелида титана, к которым приложено внешнее напряжение. В этих работах показано, что в процессе такого термоциклирования величина обратимой неупругой деформации образцов при реализации ЭПФ повышается на 2–3 % и затем стабилизируется. При этом температуры начала и завершения формовосстановления образцов сперва понижаются и затем тоже стабилизируются. В [7–10] исследовано влияние механоциклирования образцов сплавов на основе никелида титана при постоянной температуре в В2-фазе под действием внешнего напряжения в условиях реализации эффекта сверхэластичности, т.е. при $T > A_K$. Результаты этих работ показали, что при увеличении количества механоциклов величина эффекта сверхэластичности и напряжение мартенситного сдвига уменьшаются и только после 10–15 циклов стабилизируются и остаются практически постоянными при дальнейшем увеличении количества циклов. Понижение величины эффекта сверхэластичности связывают с развитием в процессе механоциклирования пластической деформации, величина которой достигает насыщения также после первых 10–15 циклов и далее почти не изменяется. Большинство подобных исследований выполнено при деформировании образцов методом приложения к ним внешнего напряжения растяжением. В [11, 12] исследовали закономерности изменения величины ЭПФ пружинных элементов из сплавов на основе никелида титана при термоциклировании через интервалы температур МП. Вместе с тем особый интерес представляют закономерности и особенности изменения температур МП и неупругих свойств образцов сплавов на основе

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.2 и гранта Президента Российской Федерации № МК-1057.2020.8.

Уважаемые читатели!

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

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