

## ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ПРЯМОМ ФАЗОВОМ ПРЕВРАЩЕНИИ В TiNi СПЛАВЕ

Рубаник В.В., Рубаник В.В. м.л., Легкоступов С.А., Лесота А.В.

*Институт технической акустики НАН Беларуси, Витебск, Беларусь*

*Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь*

ita@vitebsk.by

Эффект возникновения ЭДС в однородных изотропных материалах наблюдается в условиях нестационарного нагрева проводника [1] или создания больших градиентов температуры за счет специальной формы образца [2]. Одной из причин возникновения такого рода термоЭДС является протекание фазовых превращений, которые в сплавах с эффектом памяти формы, например никелиде титана, могут осуществляться при не высоких температурах [3]. Так установлено, что термоЭДС возникает в результате движения нагретого участка проволоки TiNi при котором в зоне нагрева реализуется обратный фазовый переход. Знак возникающей термоЭДС зависит от направления движения зоны нагрева [3].

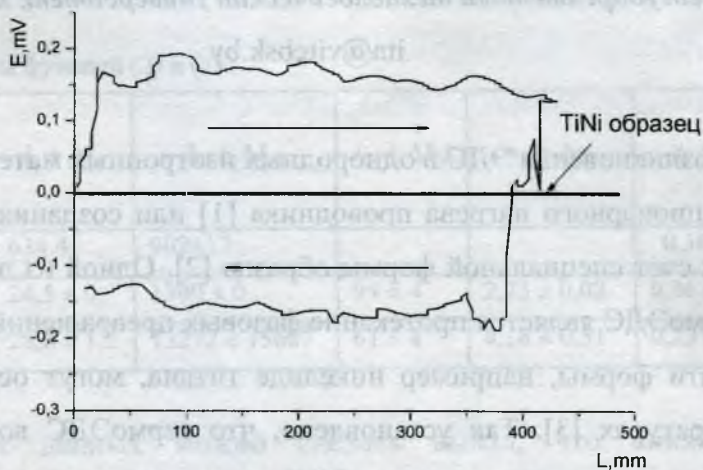
Естественное предположить, что охлаждение участка TiNi образца до температуры  $\leq M_k$  и перемещение его вдоль образца должно также приводить к возникновению термоЭДС. В данной работе и ставилась задача обнаружения термоЭДС в сплавах никелида титана при нестационарном охлаждении.

Исследования проводили на проволочных образцах никелида титана диаметром 0,25 мм, длиной 500 мм отожженных при температуре 700°C в течении 20 минут с закалкой в воду. Характеристические температуры мартенситных переходов определенные по температурным зависимостям теплового потока методом дифференциальной сканирующей калориметрии на DSC822<sup>e</sup> (METTLER TOLEDO) составили:  $M_n = -21^\circ\text{C}$ ,  $M_k = -30^\circ\text{C}$ ,  $A_n = -9^\circ\text{C}$  и  $A_k = -1^\circ\text{C}$ .

Измерения термоЭДС проводили на экспериментальной установке, конструкция которой позволяла реверсивно перемещать зону охлаждения по образцу с заданной скоростью. ЭДС регистрировали прямым способом с помощью цифрового милливольтметра, данные с которого поступали на персональный компьютер. Места контакта с подводными проводами термоизолировали. Охлаждение образцов осуществлялось жидким азотом. Скорость перемещения зоны охлаждения вдоль образца составляла от 5 до 20 мм/с.

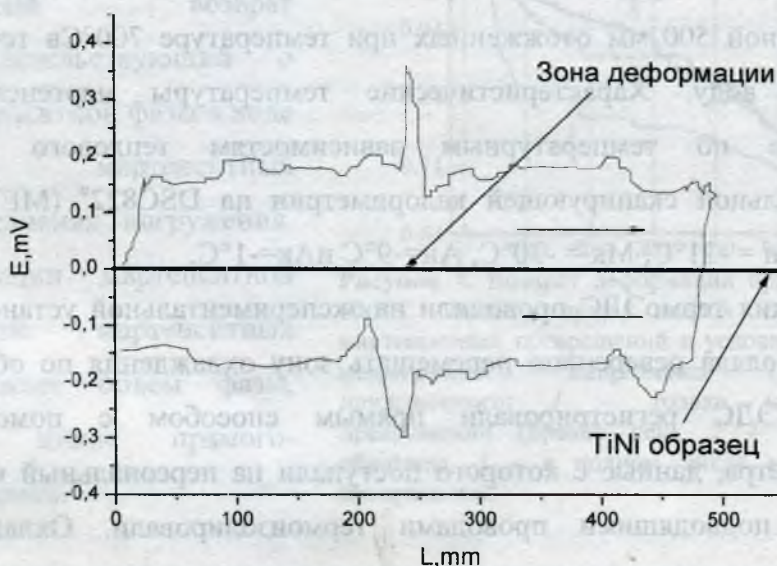
Установлено что охлаждение участка проволоки жидким азотом до температуры заведомо ниже температуры  $M_n$  вызывает фазовый переход материала на этом участке

из аустенита в мартенсит и возникновение термоЭДС. В зависимости от направления движения зоны охлаждения знак термоЭДС изменяется. Величина термокинетической ЭДС в зависимости от местоположения зоны охлаждения составляет от 0,12 мВ до 0,22 мВ при скорости перемещения зоны охлаждения 5 мм/с (рис.1).



**Рисунок 1.** Зависимость величины термокинетической ЭДС от местоположения зоны охлаждения. Стрелками указано направление перемещения зоны охлаждения

В данной работе также рассмотрено влияние деформации в образцах никелида титана на значения термоЭДС при нестационарном охлаждении. Зону охлаждения как и в первом случае перемещали с постоянной скоростью 5 мм/с, последовательно в двух направлениях при этом в местах охлаждения протекал прямой фазовый переход. Образец предварительно был локально деформирован изгибом (рис.2).



**Рисунок 2.** Изменение термоЭДС в проволоке из никелида титана при нестационарном охлаждении. Стрелками указано направление перемещения зоны охлаждения

Выявлено, что при прохождении деформированных участков проволоки значение термоЭДС при нестационарном охлаждении резко увеличивается. Данное увеличение

термоЭДС скорее всего связано с изменением кристаллического строения деформированного участка. Увеличение количества деформированных участков не меняет кинетику процесса.

Таким образом, можно констатировать, что в проволоке из никелида титана, находящейся в аустенитном состоянии, при перемещении зоны охлаждения с постоянной скоростью возникает кинетической термоЭДС, обусловленная прямым фазовым превращением в материале. Знак возникающей термоЭДС зависит от направления движения зоны охлаждения. При изменении скорости движения охлажденного участка величина ЭДС существенно не меняется. На деформированных участках в процессе охлаждения наблюдается резкое увеличение термоЭДС. При этом количество деформированных участков на знак и величину термоЭДС не влияет.

Обнаруженный эффект возникновения кинетической термоЭДС в сплавах с памятью формы при реализации прямого фазового перехода в зоне охлаждения может быть использован для контроля свойств материалов с памятью формы.

1. Е.Ф. Фурмаков. Фундаментальные проблемы естествознания. – С.- Пб. 1999.-Т.1, вып.21.-С.377-378.
2. Thermoelectric Phenomena under Large Temperature Gradients / L.I.Anatychuk,L.P.Bulat // Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano-Structured Materials / D.M.Rowe; editor by D.M.Rowe.-CRC Press: New York, London, Tokyo,2005.- Chapter 3.- С.3-1 - 3-11.
3. В.В. Рубаник, В.В. Рубаник мл., О.А. Петрова-Буркина // Письма о материалах.-Уфа.2012. – Т.2,№2.- с.71-73.