

УДК. 536.42:548. 537.1.5.

ТЕРМОЭЛЕКТРОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В TiNi

Шушкевич В.Л., Рубаник В.В., Рубаник В.В. мл.

Институт технической акустики, Витебск, Беларусь
ita@vitebsk.by

Наряду с такими широко известными термоэлектронными явлениями, как эффекты Пельтье, Томсона, Зеебека обнаружены явления возникновения электродвижущей силы (ЭДС), наведенной деформацией или фазовыми превращениями. К примеру, установлено, что при изоструктурном превращении в церию возникают импульсы ЭДС, обусловленные процессом зарождения кристаллов новой фазы и движением межфазных границ [1]. Возникновение импульсов ЭДС сопровождается скачком проводимости. Оба эти эффекта неустойчивы во времени.

К термоэлектронным явлениям относится и явление возникновения ЭДС при нестационарном нагревании однородного металлического участка разомкнутой электрической цепи, т.е. при перемещении вдоль образца нагретого участка с температурой выше температурного интервала фазового превращения. Причиной возникновения «термокинетической» ЭДС, по мнению авторов, является наличие зависящей от температуры контактной разности потенциалов между фазами с объемноцентрированной и гранецентрированной кубической кристаллическими решетками для железа, или между соответствующими фазами кристаллических решеток других материалов [2].

Поликристаллические металлы и сплавы, как правило, обладают анизотропией упругих, пластических и прочностных свойств. Структурная неоднородность, присутствующая в материалах изначально, развивается уже на стадии упругого деформирования и проявляется в дальнейшем как анизотропия упрочнения отдельных кристаллитов. В условиях действия механических нагрузок образование неоднородной упругой и пластической деформации сопровождается возникновением электрического поля, т.е. в металлах и сплавах при постоянной температуре появляется наведенная деформацией электродвижущая сила [3].

Нами на проволоочных образцах TiNi различного диаметра примерно эквивалентно-го состава с $A_K = 76^\circ\text{C}$ наблюдалось, наряду с изменением проводимости, возникновение как импульсов ЭДС при деформации изгибом, так и «термокинетической» ЭДС (Рис.1). В последнем случае величина ЭДС линейно зависела от скорости перемещения нагретого участка. При стационарном нагреве любого из участков проволоки до и выше температуры A_K , ЭДС не возникала. В случае, когда образец был локально деформирован, картина резко менялась, и стационарный нагрев приводил к возникновению устойчивой во времени ЭДС.

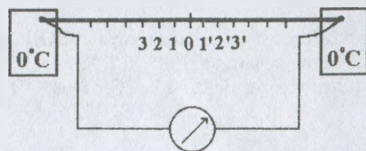


Рис. 1. Схема измерений.

Проволочный образец TiNi диаметром 2,00 мм и длиной 150 мм в мартенситном состоянии в точке 0 (Рис. 1) был деформирован изгибом на цилиндрической оправке диаметром 20 мм. Локальный разогрев проволоки до температуры менее A_k , в точках, отстоящих от области деформации, вызывал возникновение устойчивой во времени ЭДС. Причем знак ЭДС менялся в зависимости от расположения нагреваемого участка по отношению к точке 0 (Рис. 2). При охлаждении нагретого участка до комнатной температуры величина ЭДС уменьшалась до нуля. Наибольшее значение ЭДС наблюдалось при приближении участка разогрева к границе деформированного участка образца (точки 1 и 1'). Зависимость ЭДС от температуры разогрева любой точки носит нелинейный характер (Рис. 3).

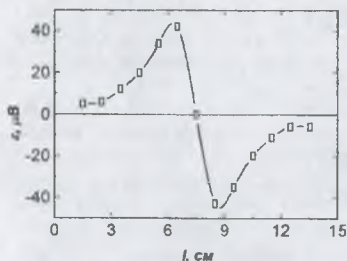


Рис. 2. Зависимость величины ЭДС от места разогрева.

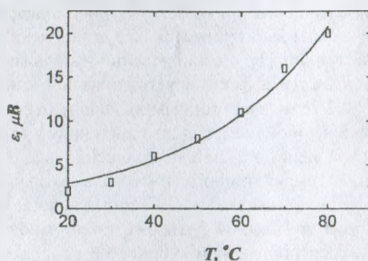


Рис. 3. Зависимость ЭДС от температуры нагрева для точки 3 (см. рис. 2).

Эффект возникновения ЭДС наблюдается и в случае охлаждения участков проволоки относительно точки 0. При этом полярность ЭДС изменяется на противоположную по сравнению с нагревом этих же точек. При одновременном нагреве и охлаждении участков проволоки с противоположных сторон от точки 0 электродвижущая сила суммируется.

Механизм возникновения устойчивой во времени электродвижущей силы при локальном нагреве неоднородно деформированного металла может быть объяснен на основании эффекта Зеебека. Это явление должно быть присуще и другим материалам для различных фазовых состояний и может быть использовано для контроля однородности их структурного состояния.

Список литературы

1. Кокорин В.В., Черненко В.А. Возникновение импульсов ЭДС при изоструктурном превращении в цери. // Металлофизика. 1985. Т. 7, № 5.
2. Кукса Л.В. // Проблемы прочности. 1990. № 8. – С. 58-64.