

# ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА МАРТЕНСИТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И НЕУПРУГИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА

А.И. Лотков<sup>1</sup>, В.Н. Гришков<sup>1</sup>, В.Н. Кудяров<sup>2</sup>, Д.Ю. Жапова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,  
Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/4, 634055

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [lotkov@ispms.ru](mailto:lotkov@ispms.ru)

Сплавы на основе никелида титана (TiNi) являются яркими представителями интеллектуальных материалов, проявляющих эффекты памяти формы и сверхэластичности. В основе этих эффектов лежат термоупругие мартенситные превращения (МП) из высокотемпературной B2 фазы в ромбоэдрическую R и моноклинную B19' мартенситные фазы. В докладе на основе собственных результатов и литературных данных представлен обзор исследований влияния водорода на температуры, последовательность МП и неупругие свойства (эффекты сверхэластичности и памяти формы) сплавов на основе никелида титана. Показано, что после электролитического наводороживания образцов при комнатной температуре, указанные выше свойства, существенно зависят от времени, прошедшего после наводороживания образцов, и их исходного структурно-фазового состояния. Исследования показали, что выдержка при комнатной температуре (старение) наводороженных образцов при комнатной температуре независимо от их структурно-фазового состояния (B2 или B19' фазы) приводит к диффузионному перераспределению водорода от поверхности в объём образцов. Определены эффективные коэффициенты диффузии водорода в крупнозернистых ( $6 \cdot 10^{-14}$  м<sup>2</sup>/с) и нанокристаллических ( $2 \cdot 10^{-13}$  м<sup>2</sup>/с) образцах сплава Ti<sub>49,1</sub>Ni<sub>50,9</sub>(ат.%). Показано, что после наводороживания образцов в B2 фазе и последующем диффузионном перераспределении атомов водорода в них при комнатной температуре в этой же фазе по объёму образцов вследствие старения происходит сильное (более чем на сто градусов) понижение температур начала и конца МП B2→B19' (M<sub>S</sub> и M<sub>F</sub>) и B19'→B2 (A<sub>S</sub> и A<sub>F</sub>), рис.1. При этом расширяется температурный интервал проявления премартенситных изменений в микроструктуре сплавов.

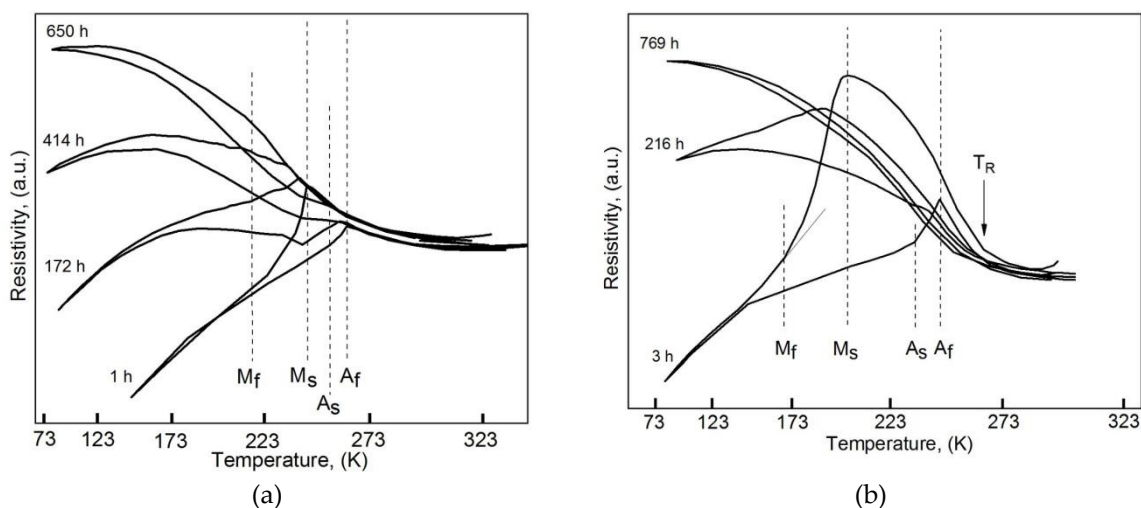


Рис. 1. Температурные зависимости электросопротивления в наводороженных образцах сплава Ti<sub>49,1</sub>Ni<sub>50,9</sub>(ат.%) в зависимости от времени старения при комнатной температуре в образцах с крупнозернистой (а) и нанокристаллической (б) структурами

Проведен анализ возможного механизма влияния водорода на термодинамическую стабильность B2 фазы по отношению к МП в B19' фазу на основе расчетов из первых принципов. Показано, что при наводороживании и распределении водорода в мартенситной фазе B19' температуры МП не изменяются. Представлены результаты исследований и их анализ по влиянию водорода на неупругие свойства сплавов на основе никелида титана.

Работа выполнена по проекту государственного задания ИФПМ СО РАН (FWRW-2021-0004) и гранта РФФИ №18-48-700040 p<sub>a</sub> (при поддержке администрации Томской области).