

**СТРУКТУРНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В АМОРФНЫХ СПЛАВАХ НА ОСНОВЕ TiNi,  
ИНИЦИИРОВАННАЯ МЕХАНИЧЕСКИМИ ВИБРАЦИЯМИ**

**Беляев С.П.<sup>1,2</sup>, Рубаник В.В.<sup>3,4</sup>, Реснина Н.Н.<sup>1,2</sup>, Рубаник В.В. мл.<sup>3,4</sup>, Касаткин И.В.<sup>1</sup>,  
Убыйвовк Е.В.<sup>1</sup>, Шеляков А.В.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ  
"Курчатовский институт", Гатчина, Россия

<sup>3</sup>Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

<sup>4</sup>Институт технической акустики НАН Беларуси, Витебск, Беларусь

<sup>5</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия  
E-mail: spbelyaev@mail.ru

Известно, что ультразвуковая обработка приводит к изменению свойств как кристаллических, так и аморфных сплавов. В кристаллических сплавах, механические вибрации влияют на механические свойства, фазовые переходы и т.д. В аморфных сплавах механические колебания могут приводить к структурной релаксации и частичной кристаллизации. Это может оказывать влияние на формирование зеренной структуры при последующей кристаллизации, а значит, определять и физические и механические свойства сплавов. В связи с этим, целью работы явилось изучение влияния низкочастотных и ультразвуковых колебаний на структуру аморфных сплавов  $Ti_{40,7}Hf_{9,5}Ni_{44,8}Cu_5$  и  $Ti_{50}Ni_{25}Cu_{25}$ . Механические вибрации низкой частоты 20 Гц и ультразвуковой частоты 20 кГц прикладывали к аморфным лентам толщиной 40 мкм. В экспериментах варьировали амплитуду колебаний и температуру воздействия. Ультразвуковое воздействие производили двумя способами: обработкой в ультразвуковой наковальне и озвучиванием образцов, свободно закрепленных в волноводе.

Результаты показали, что механические вибрации, приложенные к аморфным сплавам  $Ti_{50}Ni_{25}Cu_{25}$  и  $Ti_{40,7}Hf_{9,5}Ni_{44,8}Cu_5$  вызывают структурную релаксацию и приводят к образованию кристаллических нанокластеров (областей с упорядоченным расположением атомов) в аморфной фазе, размеры и распределение которых зависит от состава сплава и параметров вибраций. В сплаве  $Ti_{40,7}Hf_{9,5}Ni_{44,8}Cu_5$  кристаллические кластеры с размерами 3-5 нм образуются в случае, если к образцам приложены механические вибрации низкой частоты с большой амплитудой или ультразвуковые колебания. В сплаве  $Ti_{50}Ni_{25}Cu_{25}$  кристаллические нанокластеры образуются при низкочастотных и ультразвуковых вибрациях вне зависимости от амплитуды колебаний и их длительности. Увеличение температуры низкочастотных вибраций или их амплитуды увеличивает число и размеры кластеров. Установлено, что наличие нанокластеров приводит к уменьшению теплоты последующей кристаллизации.