

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ СПЛАВАХ НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА

Пушин А.В.^{1,2}, Кунцевич Т.Э.^{1,2}, Попов А.А.¹, Пушин В.Г.^{1,2}

Руководитель – д.ф.-м.н. Пушин В.Г.

¹ Уральский федеральный университет им. Первого Президента РФ Б.Н.

Ельцина, Екатеринбург, Россия, avpushin@rambler.ru,

² Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Получены методом быстрой закалки из расплава (БЗР) в тонкую длинномерную ленту спиннингованием со скоростями охлаждения $10^5 \dots 10^6$ К/с и комплексно изучены двух- и трехкомпонентные сплавы на основе TiNi (легированные железом, кобальтом или медью). Исследования структуры выполняли методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа. Измеряли электросопротивление, прочностные и пластические свойства, эффекты памяти формы (ЭПФ) сплавов. Сплавы изучали в исходном литом состоянии, после БЗР и после отпуска по различным режимам. В сплавах Ti-Ni-Cu установлены интервалы легирования, обеспечивающие получение в БЗР-сплавах аморфного состояния, и режимы обработки (закалки и отжига), приводящие к формированию в них нано- (НК) или субмикроструктурных (СМК) состояний, а также термоупругих мартенситных переходов (ТМП). Показано, что в зависимости от химического состава, условий закалки и последующей термообработки в них могут быть реализованы высокопрочные и пластичные состояния. Существенным фактором для формирования высокодисперсной зеренной структуры в БЗР-сплавах в исходном состоянии является возможность подавления в них структурных и фазовых превращений при сверхбыстром затвердевании, а при последующей термообработке – наличие расслоения по химическому и фазовому составу, обеспечивающего действие барьерного эффекта при росте зерен B2-аустенита. Сплавы TiNi-TiFe, TiNi-TiCo и TiNi-TiCu (менее 25 ат. % Cu) с неограниченной растворимостью легирующих элементов наиболее трудно диспергируются при БЗР, хотя и в них удастся создать СМК зеренную структуру. Данные сплавы являются наименее прочными. Выявлено, что ТМП (B2→R, B2→B19, B2→B19') и связанные с ними ЭПФ в БЗР-сплавах различных составов могут быть реализованы в широком температурном диапазоне (от криогенных температур до 450 К), отличаются узким гистерезисом, высокой степенью обратимости одно- и многократного ЭПФ. Исследованы особенности структурных механизмов ТМП в нано- и субмикроструктурных сплавах. Обнаружены смена механизма ТМП от поливариантного (многопакетного) к попарнодвойникованному (однопакетному), а затем к монокристаллическому мартенситу по мере измельчения зерна в интервалах ($\geq 0,5 \dots 1,0$ мкм; $0,1 \dots 0,5$ мкм; $\leq 0,1$ мкм) и размерный эффект (подавление ТМП в нанозернах размером менее 20...50 нм).