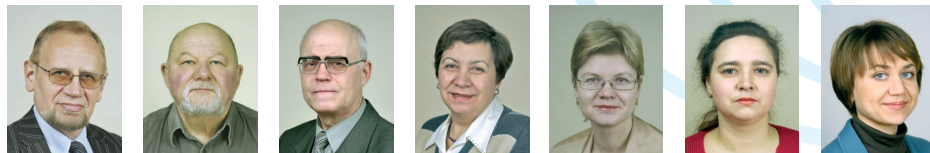


Разработка объемных наноструктурных материалов с памятью формы и их новые применения в медицине и технике

В.Г. Пушин, Н.И. Коуров, А.Н. Уксусников, Л.И. Юрченко, Т.Э. Кунцевич, Н.Н. Куранова, Е.Б. Марченкова



Впервые выполнен комплекс экспериментальных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, и на его основе созданы новые объемные наноструктурные металлические материалы с уникальными конструкционными и функциональными свойствами, включая эффекты памяти формы и технологии их получения. На основе созданных материалов разработан целый ряд оригинальных устройств, инструментов и приборов с использованием ЭПФ для медицины и техники. Данные материалы, способы их упрочнения, устройства защищены патентами, международными и российскими.

В данном цикле работ впервые сформулированы, всесторонне исследованы и доведены до практического опробования и внедрения принципы создания наноструктурных состояний в объемных металлических материалах с эффектами памяти формы (ЭПФ, *рис.1*) позволяющие на качественно новом уровне изменять их конструкционные и функциональные свойства (*рис.1,2*). Разработан целый ряд оригинальных устройств и изделий с использованием ЭПФ для медицины и техники. Все развитые технологические процессы, обеспечивающие получение и применение данных наноматериалов, по своей сути и принципиальным подходам являются непрерывными структуро- и формообразующими, энерго- и ресурсосберегающими.

Работы выполнялись в содружестве с учеными других лабораторий ИФМ УрО РАН, научно-исследовательских институтов и университетов в России и зарубежом.

Важнейшие научно-технические достижения

- разработка научных основ и новых способов получения объемных наноструктурных металлических материалов путём интенсивной пластической деформации, сверхбыстрой закалки и их комбинаций с разными видами традиционной термомеханической обработки;
- разработка принципов наноструктурного упрочнения сплавов с ЭПФ и одновременного повышения их пластичности, износостойкости и других эксплуатационных характеристик;
- обнаружение явлений аморфизации и разупо-

рядочения интерметаллических соединений, в частности, на основе никелида титана, метастабильных по отношению к мартенситным превращениям, и применение этого явления для получения высокопрочных наноструктурных сплавов с эффектами памяти формы;

- обнаружение и изучение явления передачи наноструктурного состояния и текстуры продуктам структурных и фазовых превращений и возможности создания материалов с ЭПФ с заранее заданной анизотропией свойств, в частности прочности, пластичности, эффективного модуля упругости, эффектов памяти формы и сверхэластичности, магнитных свойств;
- обнаружение, исследование и выявление природы эффекта стабилизации в наноструктурных метастабильных сплавах с термоупругими мартенситными превращениями и использование этого явления при разработке технологии упрочняющей и формообразующей термомеханической обработки для сплавов с эффектами памяти формы, и прежде всего для сплавов на основе никелида титана;
- классификация видов наноструктурного состояния, обоснование оптимизации конкретных технологических методов создания наноструктурных состояний в металлических материалах в зависимости от их назначения и практического использования;
- исследование структуры границ нанозёрен и определение их влияния на комплекс свойств объемных наноструктурных металлических материалов, использование структурного и

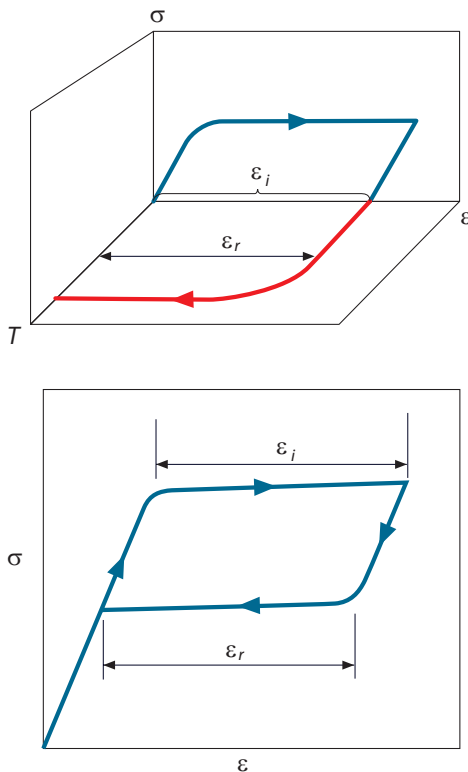


Рис.1

Эффекты памяти формы и сверхупругости в сплавах

- фазового зернограницного упрочнения для воздействия на свойства сплавов с ЭПФ;
- разработка основ комплексного легирования сплавов с ЭПФ различного назначения, учитывающих особенности формирования наноструктуры и фазовых превращений при последующем контролируемом охлаждении или нагреве;
 - разработка целого ряда оригинальных устройств, инструментов и приборов с использованием ЭПФ для медицины и техники.

Работы по созданию научных основ получения объемных наноструктурных металлических материалов, разработке и внедрению осуществляющих их высокоэффективных нанотехнологий, повышающих качество и комплекс свойств материалов с ЭПФ, носят приоритетный характер, отличаются своей принципиальной миро-

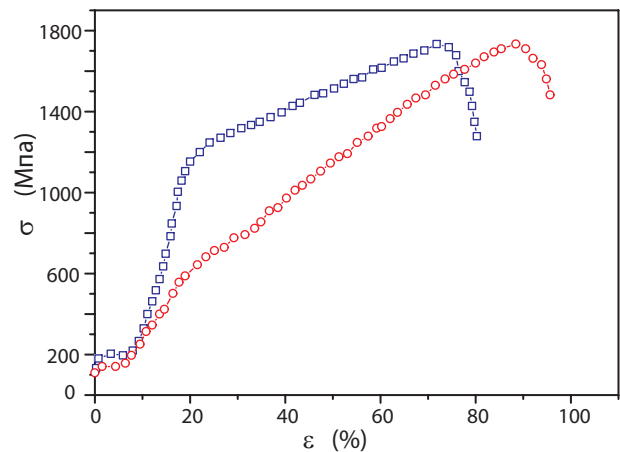
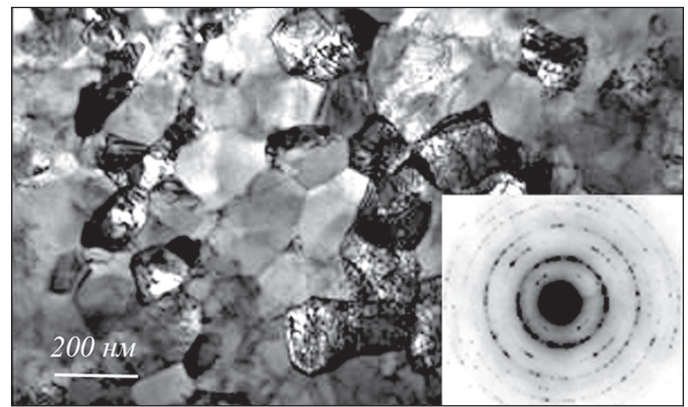


Рис.2

Наноструктура и диаграмма растяжения сплава на основе TiNi

вой новизной, оригинальностью теоретических и технологических подходов и решений, высокой эффективностью. Разработки уже находят внедрение в различных отраслях производства и социальной сферы и в дальнейшем будут широко применяться для создания новых конструкций, устройств, инструментов, и в том числе для снижения металлоемкости продукции.

Более подробно с представленными результатами и выводами можно ознакомиться в публикациях^[1-6].

¹ Пушин В.Г., Кондратьев В.В., Хачин В.Н. Предпереходные явления и мартенситные превращения. Екатеринбург: УрО РАН, 1998, - 368 с.

² Журавлев В.Н., Пушин В.Г. Сплавы с термомеханической памятью и их применение в медицине. Екатеринбург: УрО РАН, 2000, - 148 с.

³ Пушин В.Г., Прокошкин С.Д., Валиев Р.З. и др. Сплавы никелида титана с памятью формы. Ч. I. Структура, фазовые превращения и свойства // Екатеринбург: УрО РАН, 2006. - 440 с.

⁴ Pushin V.G. Alloys with a Thermomechanical Memory: Structure, Properties, and Application. // PhMM. .90. (2000) P. 568-595.

⁵ Pushin V.G., Valiev R.Z., Zhu Y.T., Gunderov D.V., Kourov N.I., Kuntsevich T.E., Uksusnikov A.N., Yurchenko L.I. / Severe Plastic Deformation of Melt-Spun Shape Memory Ti2NiCu and Ni2MnGa Alloys // Materials Transactions. 47 (2006) P.546-549.

⁶ Pushin V.G., Valiev R.Z., Zhu Y.T., Gunderov D.V., Korolev A.V., Kourov N.I., Kuntsevich T.E., Valiev E.Z., Yurchenko L.I. / Effect of severe plastic deformation on the behavior of Ti-Ni shape memory alloys // Materials Transactions. 47 (2006) P.694-697.