

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора  
ФГБУН Институт металлургии и  
материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук  
член-корр. РАН



А.Г. КОЛМАКОВ

«25» сентября 2017 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Томчука Александра Александровича  
«Закономерности формирования структуры и свойств в сплаве FeNi при  
мегапластической деформации кручением под высоким квазигидростатическим  
давлением», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 01.04.07-  
- физика конденсированного состояния.

#### **Актуальность работы**

В настоящее время физики и материаловеды активно исследуют процессы больших пластических деформаций, ведущих к формированию в металлических материалах уникальных физико-механических свойств. Однако прогресс в этом сложном и многофакторном научном направлении еще далек от создания единой законченной физической модели структурно – фазовых превращений, ведущих к необычным характеристикам твердого тела. В частности, практически полностью отсутствует информация о закономерностях формирования структуры и магнитных свойств при больших деформациях функциональных сплавов на основе железа. По этой причине тема диссертационной работы Томчука А.А., посвященной детальному изучению изменений структуры, а также магнитных и механических свойств промышленного магнитно-мягкого сплава 50Н (Fe-50% Ni) при деформации в

камере Бриджмена, является **актуальной и практически значимой**. Детальное исследование структурно-физических закономерностей формирования структуры и свойств в практически значимом функциональном материале, подвергнутом различным режимам интенсивной пластической деформации, безусловно, позволит существенно расширить современные представления о механизмах пластического течения и структурообразовании в однофазных ферромагнитных сплавах с ГЦК решеткой.

### **Структура и основное содержание диссертации**

Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов и списка литературы из 126 наименований. Кроме того, она содержит более детальные выводы по каждой из содержательных глав (3-6)..

**Во введении** автор обосновывает актуальность темы диссертационной работы, формулирует цель и основные задачи, научную и практическую значимость, приводит положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** представлен обзор литературных данных, посвященный механизмам структурообразования в металлических материалах с ГЦК решеткой, подвергнутых большим пластическим деформациям. Особое внимание уделено структуре и свойствам эквиатомного ГЦК-сплава FeNi, обладающего высокими магнитно-мягкими свойствами.

**Во второй главе** описаны материалы исследования ( $\alpha$ -Fe и FeNi), их состав и предварительная обработка, а также методы исследования структуры и свойств. Подробно описаны эксперименты по дробному и реверсивному кручению в камере Бриджмена при гидростатическом давлении 6 ГПа. Обращает на себя внимание богатый арсенал эффективных методов исследования: рентгеноструктурный анализ, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая микроскопия с приставкой для изучения дифракции обратно рассеянных электронов, мессбауэровская спектроскопия, метод мгновенного фиксирования электродвижущей силы (ЭДС), измерение микротвердости, коэрцитивной силы и удельной намагниченности насыщения.

Это, безусловно явилось причиной установления в работе надежных и очень интересных результатов.

**В третьей главе** представлены результаты исследования  $\alpha$ -Fe и рассмотрена электронно-микроскопическая методика разделения деформационных фрагментов и динамически рекристаллизованных зерен, сформировавшихся на различных стадиях интенсивной пластической деформации при комнатной температуре. Здесь же изучено влияние на структуру и механические свойства технически чистого железа изменения числа частных обжатий и смены направления кручения в камере Бриджмена.

**В четвертой главе** подробно описаны структурные исследования сплава FeNi, подвергнутого различным величинам больших пластических деформаций. Получены зависимости, которые аналогичны тем, которые были установлены для  $\alpha$ -Fe в третьей главе. Применение дифракции обратно рассеянных электронов позволило получить распределение зерен по углам разориентировки и высказать новую гипотезу о происхождении границ зерен с большими углами разориентировки, формирующимися при больших пластических деформациях. Проведенные мессбауэровские исследования позволили автору проследить за эволюцией процессов ближнего упорядочения и ближнего расслоения. Изучено изменение с величиной деформации параметра кристаллической решетки ГЦК-твердого раствора и значений химических потенциалов компонентов и мольной энергии Гиббса с помощью методов рентгеновской дифракции и мгновенного фиксирования ЭДС соответственно. Сформулированы основные причины обнаруженных в работе релаксационных эффектов.

**В пятой главе** рассмотрено влияние больших деформаций на механические и магнитные свойства сплава FeNi. Показано, что на основе предложенной в работе модели «двухфазной смеси» можно описать механические свойства после различных режимов деформации с помощью «комбинированного» соотношения Холла-Петча. Обнаружено аномальное поведение при деформации значения удельной намагниченности насыщения.

