

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Томчука А.А. «Закономерности формирования структуры и свойств в сплаве FeNi при мегапластической деформации кручением под высоким квазигидростатическим давлением» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Актуальность темы диссертационной работы. Тема диссертационной работы представляет большой интерес для физического материаловедения, прикладных инженерных областей и находится на стыке многих других наук (физическая химия, неравновесная термодинамика, физика дефектов). Автор работы применил ряд металлургических методов исследований (электронная микроскопия, измерение механических свойств, магнитометрия, рентгеноструктурный анализ), а также методы электрохимии (измерение ЭДС для определения термодинамических параметров) и довольно сложный физический метод мёссбауэровской спектроскопии.

Физика больших пластических деформаций интересна с позиций создания материалов, сочетающих в себе комбинацию высокой прочности и удовлетворительной пластичности. Также автор работы обратил внимание на поведение магнитных свойств сплава FeNi под действием больших деформаций, что в сочетании с высокими механическими свойствами интересно для прикладных областей. Большой интерес представляют и исследования поведения термодинамических потенциалов металлов и сплавов, подвергнутых большим пластическим деформациям. Высокая значимость темы данной работы связана ещё и с тем, что её автор классифицировал релаксационные процессы, происходящие под действием больших деформаций, и предложил факторы, определяющие степень протекания этих процессов.

Общая методология и методика исследований. Автор уделил большое внимание не только количеству применённых методов исследования, но и надёжности, точности и воспроизводимости результатов этих исследований. В частности, в работе применена высокая статистика зёрен для их разделения на рекристаллизованные зёрна и фрагменты. При этом результаты одних методов подтверждаются или коррелируют с результатами исследования другими методами (например, просвечивающая электронная микроскопия и EBSD - анализ).

Особое внимание уделено пробоподготовке образцов, а именно, толщине фольги для просвечивающей микроскопии, шероховатости поверхности при измерении микротвёрдости, локальности применения тех или иных методов, производится расчёт погрешностей измерения, на всех графиках приводятся доверительные интервалы.

Степень обоснованности и достоверности каждого из полученных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Положения, выносимые автором на защиту диссертации, сформулированы ясно. Содержание каждого положения не пересекается с содержанием других положений и полностью соответствует объёму диссертации. В выводах отражены основные научные результаты, дано их обоснование и в некоторых случаях возможность практического использования результатов. Выводы и положения не противоречат фундаментальным принципам и законам современной физики твёрдого тела.

Научная новизна полученных результатов. В работе предложена модель двухфазной смеси, удобная для описания субмикрокристаллической структуры, образующейся при больших пластических деформациях. Ранее в публикациях указывалась возможность протекания низкотемпературных рекристаллизационных процессов, однако количественные соотношения рекристаллизованной и фрагментированной составляющих смеси не определялись.

Новыми в работе являются и подходы к описанию релаксационных процессов, происходящих при мегапластической деформации. Показано, что стадия мегапластической деформации характеризуется активным разупрочнением и уменьшением степени неравновесности пластичных металлических материалов. Это является крайне необычным и интересным результатом.

Уникальным результатом является факт обнаружения упорядочения и ближнего расслоения в сплаве FeNi под действием больших пластических деформаций. Также автором обнаружено повышение намагниченности насыщения сплава, связанное с эффектом упорядочения, что может иметь практическое применение в приборостроении.

В диссертационной работе впервые применяется статистическое разделение гистограммы распределения зёрен и фрагментов. Автором выявлена главная причина разделения зёрненной структуры на собственно зёрна и деформационные фрагменты - разная подвижность границ, что дополнительно подтверждает состоятельность модели двухфазной смеси.

Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, для науки и практики. Выводы, сделанные автором по всей работе, имеют важное значение для современной физики конденсированного состояния. Особенно интересной для фундаментальной науки является предложенная модель двухфазной смеси. Релаксационные процессы, протекающие при больших деформациях сплава FeNi, а также процессы возврата при нагреве деформированных образцов, интересны с точки зрения неравновесной термодинамики. Эволюция магнитных свойств (в частности, намагниченности насыщения) имеет прикладное значение для приборостроения, из-за сочетания высоких механических и магнитных свойств.

Замечания по диссертационной работе

1. В литературном обзоре (стр.18) определение границ областей, относящихся к УМЗ материалам (1-0.2 мкм) и НСМ (< 0.05 мкм), не соответствуют общепринятым, а именно: для УМЗ – (≤ 1 мкм), для НСМ – (≤ 100 нм).
2. Обсуждая возможное влияние дробности деформации, необходимо было бы привести ссылку на первоисточник (стр.22).
3. Вопрос об использовании термина, определяющего большие пластические деформации, (интенсивная, мега, мезо, макро), до сих пор является дискуссионным и мог бы быть опущен, как второстепенный для данного исследования.
4. Процесс рекристаллизации в классическом материаловедении всегда связан с предварительной деформацией, поэтому выражение «...температуры рекристаллизации металлов в недеформированном состоянии» не корректно (стр.26).
5. Материалами исследования являются материалы с разной кристаллической структурой - чистое железо и твёрдый раствор на основе интерметаллида FeNi. Насколько корректно можно распространять выводы для одного материала на другой?
6. С чем связана невозможность использования метода EBSD для чистого железа? Как в этом случае можно различать малоугловые и большеугловые границы зерен?
7. При описании эволюции структуры в результате отжига (рис.6.1 и 6.2; стр.124) автор сосредоточился на анализе размера и соотношения структурных элементов и оставил без внимания возможность фазовых превращений, имеющих на равновесной диаграмме состояния в интервале 100-500 °С.
8. С практической точки зрения важным также было бы определить термическую и временную стабильность полученных структур. Судя по рис.6.4 эксплуатация подобных изделий ограничена комнатной температурой.

