

## Отзыв

на автореферат диссертации Ольги Анатольевны Куц "Эффект памяти формы и сверхэластичность при термоупругом  $\gamma \rightarrow \alpha'$  мартенситном превращении в монокристаллах сплава FeNiCoAlNb", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07- Физика конденсированного состояния

Разработка новых металлических материалов с эффектом памяти формы, обладающих благоприятным комплексом физико-механических, функциональных, технологических и специальных свойств, предполагает необходимость проведения систематических исследований структурных и фазовых превращений новых перспективных, но еще малоизученных материалов. Работа О.А.Куц, посвященная структурному исследованию влияния упорядоченных нано частиц  $\gamma'$  и  $\beta$  фаз, а также атомов бора, вводимого в сплавы в количестве 0,05 ат. %.. на мартенситные превращения, эффект памяти формы (ЭПФ), сверхэластичность (СЭ), механические свойства монокристаллов Fe-28Ni-17Co-11,5Al-2.5Nb (ат.% ), является весьма актуальной. Материалом исследования служили монокристаллы ориентации [001], выращенные методом Бриджмена, В качестве основного метода структурного анализа автором использована просвечивающая электронная микроскопия. Было проведено обширное, выполненное на высоком научном уровне, исследование, в результате которого автором рассматриваемой диссертационной работы были получены новые важные научные результаты. Среди них можно выделить следующие: 1. Показано, что после закалки от 1550К исследуемые сплавы имеют однофазную ГЦК структуру. Старение в течении 9,5-10 часов при 973 К вызывает выделение из матрицы сплава нано размерных, частиц  $\gamma'$ -фазы, возрастающих от нескольких до 16 нм по мере увеличения времени старения. Объемная доля рассматриваемых частиц составляет примерно 20%, их упорядоченная структура -  $L1_2$ . Матрица сохраняет стабильность в условиях нагрева и охлаждения при 77-400 К. Старение при 973 К в течение 0,5-10 часов под нагрузкой вызывает термоупругое  $\gamma \rightarrow \alpha'$  мартенситное превращение с эффектом памяти формы и сверхэластичности при деформировании растяжением. Это связано с выделением при старении частиц  $\gamma'$ -фазы размером 3-16 нм. Увеличение времени старения вызывает рост напряжений в матрице и повышение точки  $M_s$ .

2. Обнаружено, что у монокристаллов Fe-28Ni-17Co-11,5Al-2.5Nb (ат.% ), при минимальном размере частиц  $\gamma'$  фазы имеет место стабилизация  $\alpha'$ -мартенсита при протекании  $\gamma \rightarrow \alpha'$  превращения. При увеличении размера частиц  $\gamma'$ -фазы более 5 нм стабилизация рассматриваемого мартенсита не выявляется. Дано объяснение причин наблюдаемого эффекта стабилизации  $\alpha'$ -мартенсита. 3. Установлено, что легирование монокристаллов сплава Fe-28Ni-17Co-11,5Al-2,5Nb (ат.% ) бором в количестве 0, 05 ат. % повышает температуру  $M_s$ , препятствует образованию  $\beta$ -фазы, замедляет выделение частиц  $\gamma'$ -фазы. В монокристаллах с бором имеет место эффект памяти формы и сверхэластичность 4.0 % . Величины термоупругого гистерезиса  $\Delta T^\circ$  и механического гистерезиса  $\Delta \sigma$  под нагрузкой у сплавов с бором повышены, что обусловлено влиянием бора на выделение частиц  $\gamma$ -фазы.

В работе получен также ряд других новых важных научных результатов

### Замечания

1. В автореферате отсутствуют данные об использовании полученных в работе оригинальных экспериментальных результатов для создания новых перспективных сплавов с эффектом памяти формы.
2. Нет обоснования целесообразности легирования сплава Fe-28Ni-17Co-11,5Al-2,5Nb бором в количестве 0,05 ат. %.

Сделанное замечание не изменяет общей высокой оценки рассматриваемой диссертации.

Считаю, что диссертация О.А.Куц выполнена на высоком научном уровне, соответствует специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней.

Таким образом, автор диссертации, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния.

Главный научный сотрудник лаборатории  
физического металловедения  
Института физики металлов УрО РАН,  
доктор технических наук



Л.Г.Коршунов

### Коршунов Лев Георгиевич

ученая степень – доктор технических наук

специальность – 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов

ученое звание – старший научный сотрудник

Наименование организации основного места работы -

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н.Михеева Уральского отделения Российской академии наук ;  
сокращенное название организации – ИФМ УрО РАН

должность – главный научный сотрудник (гнс)

Почтовый адрес – 620990 г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 18

телефон – (343) 378-37-38; адрес электронной почты – [korshunov@imp.uran.ru](mailto:korshunov@imp.uran.ru)

16 ноября 2016 г.

