

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Свирида Алексея Эдуардовича «Структура, фазовые превращения и свойства эвтектоидных  $\beta$ -сплавов на медной основе с эффектом памяти формы», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

В настоящее время актуальным является поиск новых конструкционных и многофункциональных материалов, к которым относятся сплавы с эффектом памяти формы, способные проявлять такие уникальные свойства, как восстановление значительных неупругих деформаций при разгрузке (сверхупругость) или нагревании (эффект памяти формы). Наиболее распространенными сплавами с эффектом памяти формы являются сплавы на основе TiNi, которые обладают хорошими механическими и (высокая пластичность и прочность) и функциональными (восстановление деформации до 10%) свойствами. Одним из существенных недостатков этих материалов является их дороговизна, что делает их невыгодными в практическом применении, потому важной задачей является разработка более дешевых сплавов с эффектом памяти формы, проявляющих хорошие функциональные свойства. К таким сплавам относятся сплавы на основе меди, однако, данные материалы в поликристаллическом состоянии обладают низкой пластичностью и высокой хрупкостью, что препятствует реализации их уникальных свойств при многократном использовании. В связи с этой темой диссертационной работы Свирида А.Э., посвященной изучению влияния высокотемпературной термомеханической обработки и мегапластической деформации на структурно-фазовые превращения и механические свойства поликристаллических сплавов системы Cu-Al-Ni с варьируемым химическим составом, является актуальной, как с фундаментальной, так и с практической точек зрения.

К основным результатам работы можно отнести то, что в работе исследован широкий класс сплавов системы Cu-Al-Ni с различным содержанием алюминия и никеля, что позволило автору установить влияние концентрации этих элементов на температуры мартенситных превращений, деформации до разрушения и прочность. Показано, что высокая хрупкость и низкая пластичность наблюдаются в сплавах с крупнозернистой структурой и высоким содержанием алюминия. Установлено, что улучшение свойств происходит за счет того, что в мелко- и ультрамелкозернистых сплавах происходит более однородное распределение нормальных и сдвиговых напряжений в термоупругой мартенситной фазе. Показано, что подавление образования эвтектоидных фаз на границах аустенитных зерен, например за счет формирования однофазного состояния при закалке, увеличивает деформацию до разрушения. Предложены методы эффективного измельчения зеренной структуры и, как следствие, улучшения механических свойств, к которым можно отнести легирование алюминием и бором, повторный рекристаллизационный отжиг с последующей закалкой в воду; контролируемое изотермическое сжатие при температурах выше эвтектоидной.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания:

1. На рисунке 13 представлены зависимости  $\sigma(\epsilon)$ , полученные при комнатной температуре для образцов сплава Cu-14Al-3Ni, характеризующихся разной зеренной структурой. Известно, что изменение размера зерна приводит к изменению параметров мартенситных превращений, поэтому в сплавах с разным размером зерна фазовое состояние может быть различным при комнатной температуре. Однако в автореферате

не приведены данные о влиянии размера зерна на температуры мартенситных переходов. Таким образом, остается неясным, связаны ли различия в зависимостях  $\sigma(\epsilon)$  с разной зеренной структурой или с разными механизмами деформации, которые зависят от того в каком фазовом состоянии (аустенит, мартенсит или двухфазном) находился сплав при температуре деформирования.

2. В первом выводе говорится о подавлении термоупругих мартенситных переходов и эффектов памяти формы в сплавах с крупнозернистой структурой. В тоже время в таблице 2 представлены параметры мартенситных переходов, как для мелкозернистых сплавов, так и для крупнозернистых. На рисунке 13 представлена диаграмма деформирования, полученная в крупнозернистом состоянии, на которой видна площадка, которую автор связывает с площадкой фазовой текучести.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Свирида А.Э., которая является законченным научным исследованием и вносит значимый вклад в развитие физики конденсированного состояния, физического материаловедения и практического использования сплавов с эффектом памяти формы. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Реснина Наталья Николаевна

Доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния),

Профессор кафедры общей математики и информатики

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет".

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7-9

Тел. +79119949636

e-mail: [resnat@mail.ru](mailto:resnat@mail.ru)

Согласна на обработку персональных данных.

*Документ передан  
инициативной  
комиссии  
уверенно*

Г.С.  
0С

*С отзывом ознакомлен 01.12.2020г.  
21*