

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
«ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Cu-Cr-Zr В ПРОЦЕССЕ
ДЕФОРМАЦИОННО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

МОРОЗОВОЙ Анны Игоревны

Диссертация А.И. Морозовой посвящена актуальной проблеме изучения особенностей эволюции структуры перспективных медных сплавов Cu-Cr-Zr (хромциркониевых бронз), микрокристаллическая структура в которых сформирована методом интенсивного пластического деформирования. Данная работа имеет большую научную и практическую значимость, поскольку механизмы распада твердого раствора в мелкозернистых медных сплавах вплоть до настоящего времени остаются плохо исследованными, а сами хромциркониевые бронзы являются весьма перспективным материалом для широкого круга электротехнических приложений.

А.И. Морозовой в своей диссертационной работе проведен большой объем экспериментальных исследований закономерностей выделения и роста частиц в крупнозернистых и микрокристаллических сплавах Cu-0.1Cr-0.1Zr и Cu-0.3Cr-0.5Zr с использованием просвечивающей электронной микроскопии и методики измерения удельного электросопротивления, подробно изучены закономерности формирования микрокристаллической структуры в медных сплавах при равноканальном угловом прессовании (РКУП), исследованы механические свойства крупнозернистых и микрокристаллических сплавов в различных структурных состояниях. Среди наиболее интересных научных результатов, полученных А.И. Морозовой в своей диссертационной работе, следует отметить экспериментально обнаруженную закономерность изменения состава выделяющихся частиц хрома – автором было показано, что на первом этапе старения сначала происходит выделение наночастиц хрома с ГЦК решеткой, которые при последующем отжиге превращаются в обычные частицы хрома с ОЦК кристаллической решеткой. Среди наиболее важных практических результатов следует отметить исследования износостойкости микрокристаллических бронз, в ходе которых автором были выявлены различия в интенсивности износа медных сплавов, подвергнутых различному числу циклов РКУП.

К тексту автореферата есть несколько замечаний.

1. В третьей главе автором было показано, что повышение температуры отжига крупнозернистых бронз до 600 °С и более приводит к уменьшению электропроводности. Этот результат нуждается в объяснении.

2. В третьей главе автор утверждает, что размеры частиц хрома с ГЦК и ОЦК-решеткой в крупнозернистой бронзе с большим количеством хрома и циркония (Cu-0.3Cr-0.5Zr) оказываются меньше, чем размеры частиц в сплаве Cu-0.1Cr-0.1Zr после аналогичных режимов старения. Этот результат нуждается в объяснении.

3. Автором показано, что параметры уравнения Аврами, описывающего кинетику выделения частиц второй фазы, оказываются различными для сплавов Cu-0.1Cr-0.1Zr и Cu-0.3Cr-0.5Zr (см. рис. 4а на стр. 11). Как известно, величина коэффициента U в уравнении Аврами связана с механизмом распада [см. *Кристиан Дж. Теория превращений в металлах и сплавах. Часть 1. Термодинамика и общая кинетическая теория. М.: Мир. 1978. 806 с.*]. Поскольку автор утверждает, что механизмы распада в сплавах Cu-0.1Cr-0.1Zr и Cu-0.3Cr-0.5Zr одинаковы, то автору следует объяснить обнаруженные им различия в величинах коэффициента U для сплавов с различным содержанием хрома и циркония.

4. В уравнении (3) для зависимости объемной доли от времени отжига пропущен нормировочный коэффициент f_{v0} – максимальная объемная доля частиц, величина которой зависит от температуры старения и предела растворимости. Отсутствие нормировочного

коэффициента $f_{\text{с}}$ будет приводить к увеличению объемной доли выделившихся частиц до 100% при больших временах старения.

Высказанные замечания не влияют на высокую оценку диссертационной работы А.И. Морозовой. В работе получен целый ряд интересных научных результатов, которые в дальнейшем могут быть использованы для разработки новых высокопрочных медных сплавов электротехнического назначения. Полученные автором результаты опубликованы в таких высокорейтинговых журналах как «Philosophical Magazine», «Materials», «Reviews on Advanced Materials Science» и др., а также в сборниках отечественных и зарубежных трудов. Практические результаты работ защищены патентом №2610098 «Способ термомеханической обработки медных сплавов».

Диссертация А.И. Морозовой «Эволюция структуры и физико-механических свойств низколегированных сплавов системы Cu-Cr-Zr в процессе деформационно-термической обработки» соответствует всем требованиям предъявляемым к кандидатским диссертациям и всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а сама Анна Игоревна Морозова – присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Директор Научно-исследовательского
физико-технического института
федерального государственного автономного
образовательного учреждения
«Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
доктор физико-математических наук, профессор
(специальность 01.04.07)

В.Н.

В.Н. Чувильдеев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23 тел. (831) 462-3120, chuvildeev@nifti.unn.ru)

Дата составления отзыва: 14.01.2019 г.

«Подпись В.Н. Чувильдеева заверяю»
Ученый секретарь НИГУ



Л.Ю.

Л.Ю. Черноморская