

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Морозовой А. И. на тему:

«Эволюция структуры и физико-механических свойств низколегированных сплавов системы Cu-Cr-Zr в процессе деформационно-термической обработки», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Актуальность диссертационной работы А. И. Морозовой обусловлена необходимостью получения в медных сплавах комплекса высоких прочностных характеристик и электропроводности. В настоящее время разработан оптимальный для этих целей микроструктурный дизайн медных сплавов, достигаемый путем сочетания дисперсионного и деформационного видов упрочнения. Дополнительный прирост прочности может быть обеспечен при использовании интенсивной пластической деформации, формирующей ультрамелкозернистую структуру с высокой плотностью дислокаций, позволяющую достичь свойств дорогостоящих Cu-Ag-сплавов. Однако данная технология упрочнения медных сплавов недостаточно изучена.

Работа А. И. Морозовой посвящена изучению закономерностей и механизмов эволюции структуры в процессе ИПД и старения и ее влияния на механические свойства, электропроводность и износостойкость Cu-Cr-Zr-сплавов. В работе исследован фазовый состав и кинетика выделения вторичных фаз в сплавах Cu-0,1Cr-0,1Zr и Cu-0,3Cr-0,5Zr, изучено влияние ИПД на структурные превращения и комплекс их механических, трибологических и электрических свойств. Исследования проведены с использованием методов световой, а также растровой и просвечивающей электронной микроскопии и EBSD-анализа на оборудовании, оснащённом современным программным обеспечением, что подтверждает достоверность полученных результатов.

В автореферате представлены результаты структурных исследований, математическое описание кинетики распада пересыщенного твердого раствора и непрерывной динамической рекристаллизации, а также параметров микроструктуры, проведена оценка влияния РКУП на основные практически значимые свойства изученных сплавов.

Наиболее ценные научные результаты проведенных исследований.

1. установление стадийности распада пересыщенного твердого раствора Cu-Cr-Zr-сплавов с установлением природы и ориентационных соотношений выделяющихся вторичных фаз с матрицей и механизма взаимодействия дислокаций с частицами;
2. математическое описание кинетики рекристаллизации, развитие которой в условиях эксперимента определяется формированием микрополос сдвига, а также расчет плотности дислокаций в сплавах, как результат конкуренции деформационного упрочнения и динамического возврата в процессе РКУП;
3. установление доминирующего механизма дислокационного упрочнения в общем приросте прочности ($\sigma_{0,2}$) и степени пересыщения твердого раствора легирующими элементами как основного фактора повышения электросопротивления сплавов;
4. выявление предпочтительного адгезионного износа сплавов после небольших деформаций РКУП вдоль микрополос сдвига, и уменьшение износа при формировании УМЗ структуры.

Практически значимыми результатами диссертационной работы можно считать:

- разработку методики расчета общего предела текучести сплавов Cu-Cr-Zr с учетом различных механизмов дислокационного упрочнения;
- получение патента на режим термомеханической обработки медных сплавов, обеспечивающий им высокие прочностные свойства при сохранении электропроводности на высоком уровне.

Замечания по автореферату.

1. Вряд ли исследованные сплавы можно отнести к бронзам, уровень легирования и прочность которых значительно выше и область применения которых другая.
2. Оценивался ли в работе температурный порог рекристаллизации сплавов после РКУП?
3. На стр.13 отмечается, что размер частиц фазы ГЦК-Cr при РКУП в исследованных сплавах после закалки и старения одинаковый и составлял 3–5 нм, а согласно тексту, в сплаве Cu-0,1Cr-0,1Zr после старения их размер существенно уменьшился.

Высказанные замечания не снижают научной и практической значимости представленной на защиту диссертации, которая соответствует специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Морозова Анна Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Профессор кафедры «Металловедение»
Института новых материалов и технологий (ИНМТ)
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
(ФГАОУ ВО УрФУ),
доктор технических наук, доцент
Березовская Вера Владимировна

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
Моб. тел. +79049889553
E-mail: v.v.berезovskaya@urfu.ru

29.11.2018

ПОДПИСЬ *Березовской В.В.*
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
ОЗЕРЕЦ Н.Н.

