

ОТЗЫВ  
на автореферат диссертации  
**Пархоменко Марка Сергеевича**  
**“Эволюция структуры и свойств металлических стекол на основе циркония при  
интенсивной пластической деформации”**,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Аморфные металлические сплавы (АМС) – достаточно новый класс металлических материалов, который, благодаря широкому комплексу положительных свойств и их сочетаний, хорошо зарекомендовал себя в качестве функциональных и конструкционных материалов. Однако, несмотря на великолепные показатели прочности, близкие к теоретическому максимуму, высокую твердость, стабильное в широком интервале температур электросопротивление, коррозионную стойкость, данный класс материалов очень плохо поддается традиционным механическим и термическим обработкам, по причине почти полного отсутствия пластичности и охрупчивания при воздействии температуры. Несмотря на это, современной технике известен перспективный метод модифицирования структуры аморфных сплавов для улучшения их свойств – интенсивная пластическая деформация кручением (ИПДК), которая, благодаря “мягкости” схемы напряженного состояния позволяет пластически деформировать АМС, не разрушая их. Именно поэтому, работа Пархоменко Марка Сергеевича является актуальной, ведь в ней рассматриваются закономерности изменения структуры и свойств в зависимости от режимов ИПДК, что позволяет расширять как фундаментальные, так и прикладные представления о структуре и свойствах АМС и их обработках.

К наиболее важным выводам работы можно отнести следующие:

1. Показана принципиальная возможность получать объемные аморфные заготовки из сплавов, обладающих низкой стеклообразующей способностью, что крайне важно для использования АМС в качестве материала для деталей МЭМС.
2. Показано изменение типа кристаллизации при нагреве после деформации АМС  $Zr_{62.5}Cu_{22.5}Al_{10}Fe_5$ , продемонстрировано наличие в составе после деформации и изотермического отжига первичных кристаллов бетта циркония, что может благоприятно повлиять на механические свойства аморфно-нанокристаллического композита. Данных кристаллических фаз не наблюдалось в литой ленте после отжига.
3. Установлены стадии изменения структуры АМС на основе циркония под действием ИПДК и их влияние на микротвердость сплава.

По автореферату диссертационной работы можно сделать следующие замечания:

1. В Списке использованной литературы последняя ссылка оформлена не единообразно предыдущим (выравнивание, гиперссылка).

Указанное замечание не снижает научной и практической ценности данной работы. Диссертация является самостоятельным законченным научным трудом. Работа Пархоменко М.С. прошла апробацию на международных и отечественных конференциях. Результаты работы опубликованы в 8 работах, входящих в базы данных Web of Science/Scopus и в 13 базы РИНЦ.

Представленная работа по экспериментальному уровню и объёму отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а её автор, Пархоменко Марк Сергеевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

*Старший научный сотрудник, лаборатория тонких пленок  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем  
технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук  
(ИПТМ РАН)»*

*Кандидат физико-математических наук Бешенков Владимир Григорьевич*

03.06.2025

Подпись

Адрес: 142432, Россия, Черноголовка, ул. Осипьяна, 6

Телефон: +7(49652)44-135; +7(49652)44-170

Адрес электронной почты: [besh@iptm.ru](mailto:besh@iptm.ru)

Подпись В.Г. Бешенкова заверяю

Ученый секретарь ИПТМ РАН

к.ф.-м.н. Феклисова Ольга Владимировна

03.06.2025



Адрес: 142432, Россия, Черноголовка, ул. Осипьяна, 6, Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН

Телефон: +7(49652)44-097; +7-965-251-40-06

Адрес электронной почты: [scientific\\_secretary@iptm.ru](mailto:scientific_secretary@iptm.ru); [feklisov@iptm.ru](mailto:feklisov@iptm.ru)