

# МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ, ПОЛУЧАЕМЫХ СВЕРХБЫСТРОЙ ЗАКАЛКОЙ РАСПЛАВА

Остриков О.М.

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»,  
Гомель, Республика Беларусь,  
[omostrikov@mail.ru](mailto:omostrikov@mail.ru)

Анализ проводимых в настоящее время научно-исследовательских работ дает основание предположить, что наиболее актуальными проблемами в ближайшие годы в области фундаментальных исследований аморфных сплавов будут следующие: проведение исследований атомной и магнитной структуры аморфных, аморфно-нанокристаллических и нанокристаллических металлических систем в зависимости от условий их получения и режимов последующей обработки; расширение исследований структуры и свойств аморфизирующихся металлических расплавов и систематический анализ природы и условий термовременных обработок; детальный анализ структурных состояний, реализующихся при переходе из аморфного состояния в кристаллическое, и их влияния на физико-механические свойства; выявление физико-химических и структурных критериев склонности переохлажденных расплавов к аморфизации; теоретическое и экспериментальное изучение влияния специальных обработок (лазерная, криогенная, ультразвуковая обработки, создание структурных барьеров и магнитоактивных покрытий, насыщение водородом и др.) на структуру и функциональные характеристики металлических стекол; сопоставление структуры и физико-химических свойств аморфных состояний, полученных различными методами. В связи с этим проведение комплексного исследования, направленного на изучение взаимосвязи структуры и физико-механических свойств металлических стекол и влияние на них высокоэнергетической термомодеформационной обработки, является важным и актуальным направлением в современной физике и механике деформируемых твердых тел.

Разработана следующая методология исследования влияния энергетических воздействий на структуру и физико-механические свойства металлических стекол.

Для структурных исследований использовались рентгеноструктурный и рентгенофазный анализы. За эталон может быть принят исходный сплав, отожженный при 850 °С. Для изучения элементного состава использовалось обратное резерфордское рассеивание.

Изучение микроструктуры проводили на оптическом микроскопе «*Neophot-21*» и электронных растровых микроскопах *CamScan-4* и *Nanolab-7*. Микрорентгено-спектральный анализ проводился на установке *Comesa* с помощью зонда МК-46. Рельеф поверхности и фазовый контраст изучались методом атомной силовой микроскопии. Применялся метод дифракции электронов.

В качестве энергетических воздействий на металлические стекла выступали следующие воздействия: термические; лазерное; деформационные; ионная имплантация. Изучалось влияние тонких пленок на физико-механические свойства быстро закаленных сплавов.

Аморфные ленты подвергались механическим испытаниям. При этом измерялась микротвердость, нанотвердость, изучалось поведение быстро закаленных сплавов при одноосном растяжении и деформировании на изгиб.

Данная методология может быть использована для изучения структуры и свойств и аморфных металлических покрытий, полученных лазерной обработкой или электрохимическим осаждением из раствора.

## СТРУКТУРА ПОЛОС ЧЕРНОВА-ЛЮДЕРСА В СТАЛИ 09Г2С

Морозова А.Н.<sup>1</sup>, Карабаналов М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иститут физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН

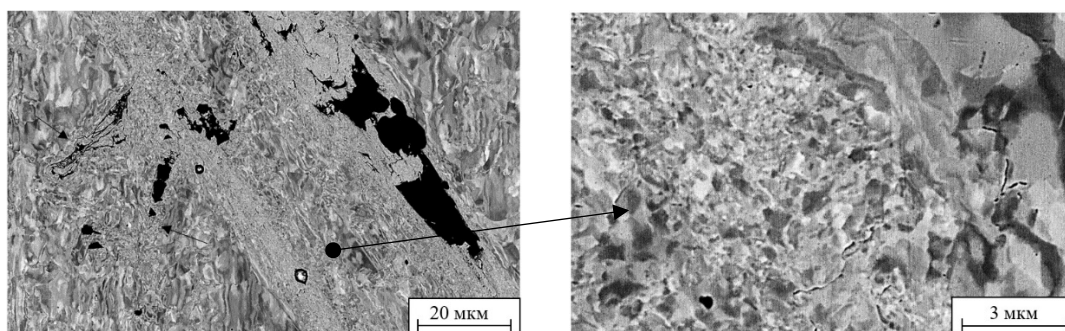
<sup>2</sup>Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина

Методами корреляции цифровых изображений (КЦИ), топографии и РЭМ изучалось строение полосы Чернова-Людерса (ПЧЛ) и ее фронта в образцах стали 09Г2С, испытавших нормализацию ( $t_A = 950$  °С).

На картах КЦИ обнаруживается особый механизм деформации Людерса в виде повторяющегося возникновения новых полос, вливающих в быстро растущий очаг деформации.

Выявлено, что интенсивное пластическое течение в ПЧЛ приводит к формированию впадин на поверхности образца с максимальной глубиной до 43...85 мкм. Зародыш ПЧЛ имеет форму клина шириной 1...3 мм, от фронтов которого отходят крайне тонкие изогнутые полосы толщиной <0,2 мм. Утяжка в месте образования ПЧЛ составила ~3,5 % и ~14 % по изменению ширины и толщины образца соответственно, что совпадает с данным полученным по другим методикам [1], а в устье полосы деформация достигает 20 %.

С помощью РЭМ четко визуализируется фронт ПЧЛ (↑ на рис. 1). Обнаружено, что ПЧЛ представляет собой набор микрополос деформации толщиной около 10 мкм. Внутри микрополос видны элементы фрагментации структуры, вероятно, дислокационные ячейки размером ~0,5 мкм и менее.



**Рис. 1.** Микроструктура образца стали 09Г2С после нормализации (РЭМ)  
(↑ - фронт ПЧЛ)

1. Пластическое течение в полосе Чернова-Людерса в ультрамелкозернистой стали 08Г2Б / В.М. Фарбер, А.Н. Морозова, В.А. Хотинков, М.С. Карабаналов, Г.В. Щапов // Физическая мезомеханика. — 2019. — V. 22. — P. 75—82.