

Рис. 1. Зависимость пластичности от температуры отжига для сплава на основе Co (80 %) – АМАГ-180: 1 – без наводороживания; 2 – коррозионная среда NaCE (50 г/л) + H₂S (100 мг/л); 3 – коррозионная среда NaCE (50 г/л)+H₂S (400 мг/л)

На пластичность МС с содержанием Co 83 % водородосодержащая среда влияет в определенном интервале температур отжига (575–725 К), а с содержанием Co 86 % влияние водородосодержащей среды на пластичность металлического стекла прослеживается в более широком интервале температур (625–825 К). У всех исследованных сплавов падение пластичности происходит как на первой стадии, так и на второй стадии. Падение пластичности на первой стадии в среднем

составляет 50 %, на второй стадии – 20 %. Если рассматривать узкий интервал температур (600–625 К), падение пластичности может достигать 90 %.

Таким образом, действие наводороживающей среды на отожженные МС приводит к снижению пластичности, что связано с проникновением водорода вглубь материала за счет существования свободного объема. При отжиге свободный объем уменьшается, вследствие чего снижается наводороживание, это является причиной роста пластичности к значениям, соответствующим отожженным образцам, не подверженным наводороживанию.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследования проведены с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №09-01-97514 р_центр_a).

Поступила в редакцию 20 ноября 2009 г.

Yakovlev A.V., Plushnikova T.N., Feodorov V.A., Cheremishina Yu.V., Baryshev G.A. Change of mechanical properties metal glass on the basis of cobalt under action of hydrogenous decreases.

Change of mechanical properties of amorphous metal alloys under action of hydrogenous decreases is investigated.

Key words: metal glass; amorphous alloys; hydrogenous decreases; annealing; plasticity; free volume.

УДК 669.018

РЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕНТОЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ, ФОРМИРУЕМЫЙ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ

© А.В. Яковлев, Т.Н. Плужникова, В.А. Федоров, Ю.В. Черемисина

Ключевые слова: металлическое стекло; аморфный сплав; индентирование; рельеф; ступень; полосы сдвига. Исследован характер поверхности аморфных металлических сплавов, формируемой под действием индентирования.

Аморфное состояние твердого тела – наименее изученная область современного структурного материаловедения. Его можно определить как состояние, атомная структура которого не имеет корреляций на больших расстояниях, но сохраняет их на нескольких координационных сферах. Вопросы эволюции структуры металлических стекол (МС) относятся к ряду наиболее значимых проблем физики сильно неупорядоченных систем. Главная трудность заключается в способе описания структуры аморфного состояния. В совокупности с малой эффективностью методов, основанных на взаимодействии твердого тела с электромагнитным излучением различных длин волн (нейтроны, рентгеновские лучи, электроны), здесь отсутствуют привычные кри-

сталлографические термины и понятия. Перспективным является расширение арсенала методов исследования механических свойств МС. В работе исследованы механические характеристики МС в зонах микроиндентирования.

Исследования проводили на МС на основе Co (Co-Fe-Mn-Si-B-Ni, Co-80 %), полученном методом спиннингования. Толщина лент 20 мкм. Объектами исследования служили образцы размером 3,5×90 мм. Индентирование МС проводили на микротвердомере ПМТ-3 со стороны бесконтактной поверхности ленты. Исследования рельефа поверхности МС после микроиндентирования проводили на растровом электронном мик-

роскопе Quanta 3D и на сканирующем зондовом микроскопе Ntegra Aura.

В результате воздействия механической нагрузки на поверхность МС образуются зоны деформирования. Причем деформация наблюдается не только в области воздействия индентора, но и на противоположной стороне поверхности образца. Изучение противоположной индентированию поверхности МС показало, что наблюдается ступенчатая деформационная структура с характерными слоями (рис. 1).

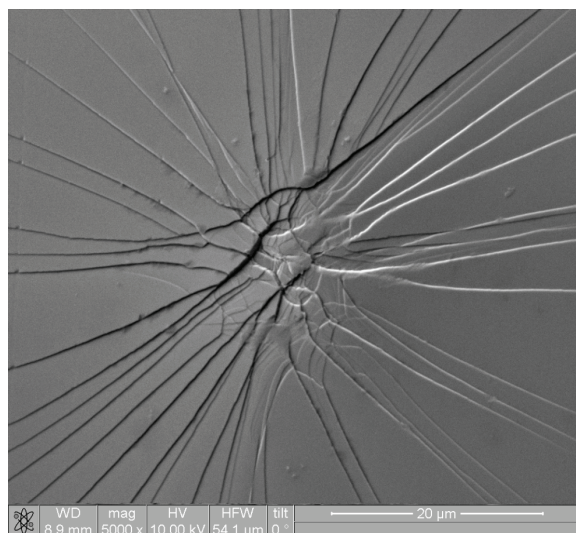


Рис. 1. Морфологические особенности поверхности МС при микроиндентировании

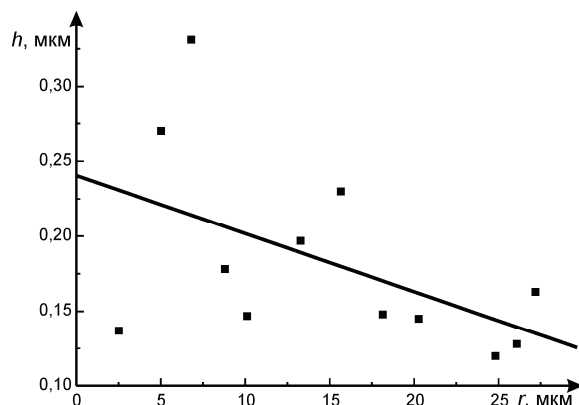


Рис. 2. Изменение высоты ступени

Эти ступеньки соответствуют выходу на поверхность полос сдвига. При образовании полос сдвига наблюдается пересечение и ветвление отдельных полос. В центре области индентирования создается максимальное деформирование, связанное с гетерогенной деформацией, проявляющейся в виде полос сдвига, расходящихся от отпечатка. Они располагаются, как правило, под углом 70–90° к нормали к поверх-

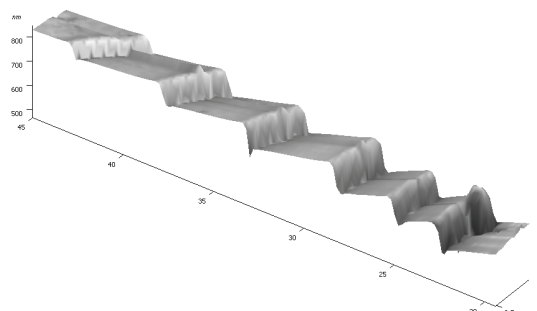


Рис. 3. Ступенчатый характер полос деформирования

ности МС. По мере приближения к центральной части отпечатка величина ступеней возрастает и может достигать 100–250 нм.

Характерная зависимость изменения высоты ступеней от расстояния до укола приведена на рис. 2.

Сами ступени неоднородны, рельефность ступеней составляет десятки нанометров (рис. 3).

В зоне отпечатка отмечается наибольшее деформирование, и деформационные полосы расходятся радиально. Наблюдали как правоступенчатый, так и левоступенчатый относительно направления роста полосы деформационный рельеф. Эти полосы представляют собой ступенчатую структуру. Характерная размерность этого первичного рельефа составляет сотни нанометров. Величина ступеней может различаться от десятков до сотен нанометров. Ступени располагаются под углами, близкими к 90° к поверхности образца. Максимальная высота ступеней наблюдается в области наибольшей деформации и равномерно спадает по мере удаления от области индентирования. Сами ступени неоднородны, рельефность ступеней составляет десятки нанометров.

Таким образом, установлено что полосы сдвига, возникающие на поверхности МС при микроиндентировании, имеют свои характерные особенности, отличающие их от полос сдвига, образующихся при сжатии, растяжении, разрушении и прокатке.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследования проведены с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 09-01-97514 р_центр_а).

Поступила в редакцию 20 ноября 2009 г.

Yakovlev A.V., Plushnikova T.N., Feodorov V.A., Chereminsina Yu.V. Relief of the surface of the tape metal glass, formed at indentation.

Character of a surface of the amorphous metal alloys formed under action indentation is investigated.

Key words: metal glass; amorphous alloy; indentation; relief; step; shift strips.