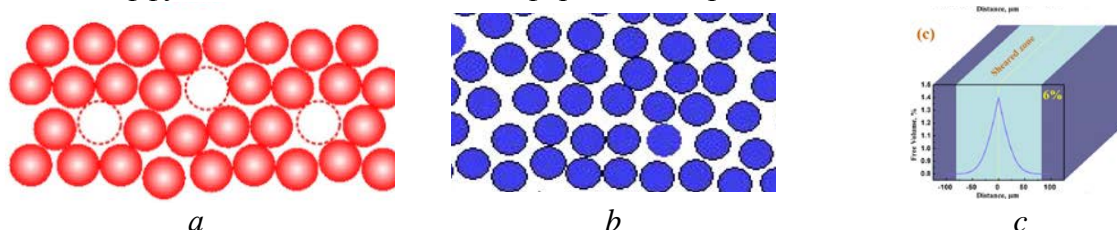


## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ

Абросимова Г.Е.

*Институт физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна РАН, Черноголовка, Россия*  
[gea@issp.ac.ru](mailto:gea@issp.ac.ru)

Аморфные металлические сплавы или металлические стекла относятся к группе широко исследуемых объектов. Металлические стекла чаще всего получают методом скоростной закалки расплава, скорость охлаждения при этом составляет  $\sim 10^\circ\text{C}/\text{сек}$ . Структура закаленной ленты является неравновесной, металлическое стекло наследует структуру жидкости. Поскольку плотность расплава меньше плотности соответствующего кристаллического материала, закаленный аморфный сплав содержит значительный избыточный атомный объем, получивший название «свободный объем» (Рис. 1 а, б). Свободный объем является одним из наиболее важных понятий, широко используемых для описания и количественной оценки многих свойств материала, таких как вязкость, диффузионная подвижность, деформация и др.



**Рис. 1.** Схема аморфной структуры, в которой свободный объем находится в виде квазивакансий (а), и аморфной структуры с более-менее равномерным распределением свободного объема (б); распределение свободного объема в полосе сдвига в деформированном образце (с)

При структурной релаксации количество свободного объема уменьшается, при пластической деформации растет (рис. 1с). Одним из способов оценки свободного объема может служить анализ кривых рассеяния рентгеновских лучей исходными, релаксированными или деформированными образцами. Положение диффузного максимума на рентгенограммах позволяет определить кратчайшее расстояние между атомами в аморфной фазе. Сдвиг основного диффузного максимума свидетельствует об изменении расстояния между атомами. Величина эффекта должна зависеть от размера атомов в образце, типа обработки (термическая, деформационная), виде и степени деформации, а также пластических констант материала (модуля Юнга, модуля сдвига и пр.).

Исследования проводились на широкой группе металлических стекол систем Al–Y, Al–TM–RE (TM = Ni, Co; RE = Y, Gd), Fe–Si–B, Co–Si–B–Fe–Nb, Pd–Ni–P, Zr–Cu–Al–Fe – в металлических стеклах на базе металлов с разными упругими характеристиками. Образцы подвергались изотермическим отжигам и деформации методами многократной прокатки, кручения под высоким давлением и барической обработки. Проанализированы изменения структуры и показано, что при всех использованных способах деформации происходит образование полос сдвига, приводящих к образованию ступенек на поверхности образцов. Образовавшиеся полосы сдвига являются зонами повышенного свободного объема (пониженной плотности) и характеризуются увеличением кратчайшего расстояния между атомами; величина сдвига диффузного максимума на рентгенограммах зависит от степени деформации и физических констант материала (модуля Юнга, модуля сдвига).