

УДК.621.373.826

КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ

Бинков Иван Игоревич, Кривошеев Александр Валерьевич

Аспиранты 1 курса

кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: Д.С. Колчанов,

ассистент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

История металлических стекол началась в 1959 г. В последующие годы были открыты новые системы сплавов с хорошей стеклообразующей способностью, такие как Pd-Si, Fe-P-C, Cu-Zr, Nb-Ni и др. Сегодня существует несколько коммерциализированных сплавов.

Аморфные тела не имеют периодической структуры. Атомы в них располагаются хаотично и не имеют ни ближнего, ни дальнего порядка. Поскольку металлические стекла охлаждаются из расплава с высокими скоростями, то процесс кристаллизации избегается, оставляя «замершую» беспорядочную структуру жидкости. Отсутствие кристаллической решетки влечет за собой и отсутствие зерен, их границ и плоскостей скольжения, которые представляют собой основные инструменты для образования и распространения трещин.

Для описания структур за годы исследований были предложены такие модели, как модель «ближнего порядка» Гаскеля, модель «случайной плотной упаковки» Бернала, модель «раствор-центрированных квази-эквивалентных кластеров» Миракла. Последние две являются наиболее популярными в научных кругах.

В процессе образования стекла ключевую роль играет скорость охлаждения. Для каждого сплава металлического стекла существует своя критическая скорость охлаждения R_c , выше которой можно избежать образование кристаллической фазы. Важными параметрами являются пониженная температура стеклования $T_{fg} = T_g/T_1$ и ширина области переохлажденной жидкости $\Delta T_x = T_x - T_g$, отвечающими за легкость формирования стекла и за его стабильность соответственно.

Прочность в ОМС определяется силой связи между отдельными атомами. Металлические стекла имеют два механизма деформации: при низких температурах деформация является неоднородной, которая делает металлические стекла нестабильными при высоких напряжениях. При высоких температурах деформация однородна и распределяется непрерывно между разными элементами объема материала.

В металлических стеклах отсутствуют микроструктурные барьеры в виде граней зерен, затормаживающих зарождение и распространение усталостных трещин, делая ОМС более уязвимыми к ним, несмотря на их более высокую прочность.

Основные способы производства ОМС можно поделить на три группы: осаждения из газовой фазы, закалка из жидкой фазы, твердотельная аморфизация. Перспективным методом изготовления деталей из металлических стекол являются аддитивные технологии.

Особые свойства ОМС позволяют им найти применения во многих разнообразных устройствах и отраслях, однако более широкому их внедрению препятствует сложность их производства и ограниченная номенклатура получаемых изделий.

Литература

- [1] Axinte E. / Metallic glasses from alchemy to pure science. Present and future of design, processing and applications. – Materials and Design, vol. 35, 2011, p. 518-556, doi.org/10.1016/j.matdes.2011.09.028
- [2] Mingwei C. / A brief overview of bulk metallic glasses. – NPG Asia Materials, vol. 3, 2011, p.82-90, doi.org/10.1038/asiamat.2011.30
- [3] C. Suryanarayana, A. Inoue - Bulk Metallic Glasses, Second Edition-CRC Press, 2017
- [4] Martin T.M., Thadhani N.N. / Mechanical properties of bulk metallic glasses. – Progress in Materials Science, vol. 55, 2010, p. 759-839, doi.org/10.1016/j.pmatsci.2010.04.002
- [5] Wright W.J., R. Saha, W.D. Nix. / Deformation mechanisms of the Zr₄₀Ti₁₄Ni₁₀Cu₁₂Be₂₄ bulk metallic glass. – Materials Transactions, vol. 42, 2001, p. 642-649, DOI: 10.2320/matertrans.42.642