

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Макарова Андрея Сергеевича «Диаупругий эффект и термодинамика релаксационных явлений в металлических стёклах», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния

Исследование взаимосвязи между свойствами металлических расплавов, кинетикой их охлаждения и релаксационным поведением металлических стёкол представляет собой фундаментальную и, одновременно, практически значимую задачу современной физики конденсированного состояния. Несмотря на многолетнюю историю изучения и впечатляющие успехи в синтезе объёмных металлических стёкол, до сих пор отсутствует теория, способная прогнозировать критическую скорость охлаждения, необходимую для подавления кристаллизации. Существующие модели успешно интерпретируют отдельные аспекты релаксационных процессов в расплавах и стёклах, однако не дают целостной картины перехода от жидкого состояния к «замороженной» структуре стекла и её дальнейшей эволюции. Экспериментальные достижения, включая разработку и применение методов сверхбыстрой калориметрии (Fast Scanning Calorimetry), а также использование синхротронного излучения для in-situ наблюдения за структурой расплавов и стёкол, тем не менее не позволили установить прямую связь между макроскопическими свойствами стекла, его атомной структурой и термодинамическим состоянием. В связи с этим, диссертационная работа А.С. Макарова, направленная на выявление и количественное описание взаимосвязей между релаксацией физических свойств металлических стёкол в ходе термического воздействия в рамках единого подхода, учитывающего взаимозависимость свойств кристаллов, расплавов и стёкол, является **актуальной** и открывает новые возможности для установления прямой связи между атомной структурой, динамикой и макроскопическими свойствами металлических стёкол.

В отличие от существующих феноменологических моделей (свободного объёма, зон сдвиговых превращений и др.), автор развивает оригинальный подход, основанный на модифицированной межузельной теории и фундаментальных термодинамических законах. Ключевым достижением работы является установление прямых количественных взаимосвязей между изменением нерелаксированного модуля сдвига, тепловыми эффектами, релаксацией энтальпии и объёма, а также хрупкости переохлаждённого жидкого состояния. Это составляет **научную новизну и значимость** представленных результатов и позволяет представить широкий спектр релаксационных явлений в рамках единого подхода, что является существенным шагом вперед по сравнению с разрозненными феноменологическими моделями.

Особого внимания заслуживает предложенный в работе метод определения избыточных термодинамических функций металлических стёкол относительно кристаллического состояния. Его ключевое отличие заключается в том, что он базируется исключительно на экспериментально определяемом разностном тепловом потоке, получаемом непосредственно из калориметрических измерений, и не требует использования каких-либо полиномиальных аппроксимаций. Установленная взаимосвязь между максимальной избыточной энтропией металлического стекла в состоянии переохлаждённой жидкости и стеклообразующей способностью расплава придает предложенному методу высокую **практическую значимость**. Данный параметр может служить надежным и легко определяемым критерием для прогнозирования

2