

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Макарова Андрея Сергеевича

«Диаупругий эффект и термодинамика релаксационных явлений в металлических стеклах», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

В диссертационной работе А.С. Макарова в рамках единого подхода, учитывающего взаимосвязь свойств кристаллической, жидкой и стеклообразной фаз, решается задача установления и количественного описания взаимосвязей релаксационного поведения физических свойств металлических стекол в условиях термического воздействия. **Актуальность темы исследования** не вызывает сомнений. В современной литературе, в частности в работах по термодинамике и кинетике стеклообразующих жидкостей, подчеркивается, что понимание связи между свойствами металлического расплава, кинетикой его охлаждения и релаксационным поведением формирующегося стекла остается одной из ключевых нерешенных задач. Предлагаемый в диссертации подход, основанный на количественной оценке структурного порядка через избыточную энтропию, непосредственно отвечает на этот вызов, позволяя прогнозировать релаксационную стабильность материала на основе данных, полученных непосредственно для стеклообразного состояния. Разработка новых подходов, позволяющих непротиворечиво описать взаимосвязь между релаксационными изменениями механических и тепловых свойств металлических стекол, является крайне востребованной и важной как для фундаментальной науки, так и для материаловедческой практики. Автор фокусируется на диаупругом эффекте – уменьшении модуля сдвига, вызванном перестройкой дефектной подсистемы аморфной матрицы, – рассматривая его как ключ к взаимосвязи целого спектра макроскопических релаксационных процессов в металлических стеклах.

В диссертации решается комплекс взаимосвязанных задач, от экспериментальной верификации гипотезы о взаимосвязи свойств стекла и его кристаллического аналога до разработки новых методов расчета избыточных термодинамических функций, фрагильности и параметра структурного порядка. Применение комплекса экспериментальных методов, а также сопоставление с обширными литературными данными обеспечили достоверность полученных результатов и составили надежную основу для корректного установления общих закономерностей структурной релаксации в металлических стеклах.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Среди полученных **новых** результатов и выводов наибольший научный интерес представляют следующие:

- экспериментально показано равенство температурных коэффициентов модуля сдвига для стеклообразного и кристаллического состояний в отсутствие структурной релаксации;
- предложены методы расчета температурной зависимости модуля сдвига, тепловых эффектов, релаксационной составляющей относительного изменения плотности металлических стекол и фрагильности в состоянии переохлажденной жидкости;
- разработан метод расчета избыточных термодинамических функций металлических стекол относительно их кристаллических аналогов, базирующийся исключительно на калориметрических данных и не требующий использования полиномиальных аппроксимаций ограниченного объема данных теплоемкости, что делает метод более доступным и менее зависимым от качества аппроксимаций;
- установлены закономерности изменения избыточных термодинамических функций для широкого класса металлических стеклообразователей;

– введен безразмерный параметр структурного порядка и установлены корреляции между ним в состоянии переохлажденной жидкости и критериями стеклообразующей способности расплавов, включая критическую скорость охлаждения.

Значимость полученных результатов представляется высокой. Разработанный энтропийный подход и введенный безразмерный параметр структурного порядка позволяют количественно оценивать степень структурной упорядоченности металлических стекол и проследивать ее эволюцию в процессах структурной релаксации в ходе нагрева и охлаждения. Выявленные корреляции между структурным разупорядочением, стеклообразующей способностью и дефектной структурой стекла предлагают новый взгляд на проблему стеклообразующей способности металлических расплавов.

Замечания по автореферату:

1. В разделе, посвященном расчету изохронной кинетики изменения молярной энтальпии металлических стекол, следовало бы более подробно описать выбор пределов интегрирования в уравнении (9), поскольку данный выбор существенно влияет на количественные значения рассчитываемой энтальпии.

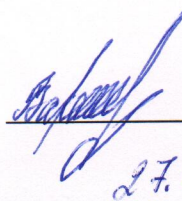
2. В ряде случаев в автореферате не указаны полные протоколы изохронных измерений, включая скорости нагрева/охлаждения и времена выдержки, что затрудняет понимание и воспроизводимость результатов исследования.

Указанные замечания **не носят** принципиального характера и не затрагивают основные научные положения и выводы, выносимые на защиту. Стиль изложения соответствует требованиям, предъявляемым к авторефератам диссертаций. Представленный в автореферате иллюстративный материал выполнен на высоком уровне, обеспечивая наглядность и убедительность полученных результатов.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа «Диаупругий эффект и термодинамика релаксационных явлений в металлических стеклах» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой разработаны новые подходы к описанию взаимосвязей между релаксационными изменениями механических и тепловых свойств металлических стекол, а также структурной упорядоченностью расплавов и стекол. По объему выполненных исследований, научной новизне, теоретической и практической значимости, обоснованности научных положений и выводов работа полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Макаров Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных для использования в делах, касающихся диссертации А.С. Макарова.

Научный руководитель
ФГБНУ «Донецкий физико-технический
институт им. А.А. Галкина»,
член-корреспондент РАН,
доктор физико-математических наук,
профессор
Адрес: 283048, ДНР, г. Донецк,
ул. Розы Люксембург, д. 72.
Тел.: +7 856 342-77-85
Эл. почта: scseer@donfti.ru

 Виктор Николаевич Варюхин

Подпись заверяю:
Учёный секретарь
ФГБНУ «Донецкий физико-техн
институт им. А.А. Галкина»
Е.А. Пилипенко

