

ГИПЕРПЛОТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: СИНТЕЗ, ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ. ПРОЕКТ № 140

Координатор: д-р физ.-мат. наук Малиновский В. К.

Исполнители: ИАиЭ, ИМП СО РАН

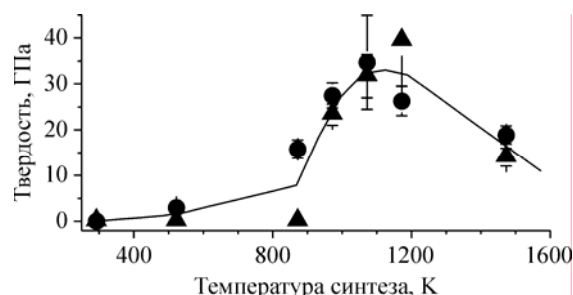
В рамках проекта синтезированы гиперплотные кварцевые стекла высокого оптического качества с предельно достижимыми параметрами уплотнения. На полученных образцах впервые в мире установлено сильное подавление (в семь раз) интенсивности быстрой релаксации. Это позволило обнаружить квадратичную зависимость фотон-фононного коэффициента связи в спектральной области ниже позиции максимума бозонного пика на значительном спектральном участке, превышающем один порядок по интенсивности. Новые экспериментальные данные позволили предложить усовершенствованную модель колебательных возбуждений, составляющих бозонный пик. В этой модели волновая функция совмещает в себе свойства диффузно распространяющегося и локализованного колебательного возбуждения.

Синтезирован и изучен композит, полученный спеканием алмазного ультрадисперсного порошка. Компактирование осуществлялось при давлении 6 ГПа в интервале температур 600—1200 °С. Показано, что синтезированный композит состоит из кристаллитов, сохраняющих алмазную кристаллическую решетку и связанных между собой сеткой ковалентных связей, соответствующих трехмерно полимеризованному гиперплотному углероду (в англоязычной литературе — hard carbon).

Экспериментально показано, что существует максимум в зависимости твердости углеродной фазы, полученной из порошка фуллерита C_{60} при давлении 6 ГПа, от температуры синтеза. Этот максимум отражает свойства метастабильной углеродной фазы, а не является отражением кинетики переходного состояния, как это предполагалось ранее. Максимум твер-

дости достигается при температурах, соответствующих разрушению каркаса молекулы C_{60} . Углеродные фазы, полученные из порошка ультрадисперсных алмазов, показывают такую же зависимость твердости от температуры синтеза (см. рисунок), доказывая, что поведение твердости не является особенностью исключительно фуллереновой молекулы. Максимум в твердости интерпретирован как результат конкуренции между ростом плотности межкластерных связей и локальным графитоподобным упорядочиванием структуры.

Полученные в результате выполнения проекта гиперплотные кварцевые стекла с предельно низким вкладом быстрой релаксации в низкочастотный спектр КРС дали уникальную возможность впервые в мире наблюдать ряд новых эффектов. Предполагается использовать полученные данные при реконструкции поведения вещества в глубинных зонах земной коры и верхней мантии.



Твердость: кружки для ультрадисперсных алмазов в качестве исходного материала, треугольники — для фуллерита C_{60} . Линия — усредненные значения для УДА и фуллерита.

Hardness: circles for nanosized diamonds as an initial material and triangles for fullerites C_{60} . Line is a guide for eyes.

Работы по гиперплотным фуллеренам обнаружили существование оптимума твердости, которая определяется конкуренцией двух процессов: ростом плотности межкластерных связей и локальным графитоподобным упорядо-

чением структуры. По-видимому, сверхтвердый фуллерен — композит из наноалмазов и аморфизованного углерода и не имеет следов фуллереновой структуры.

Основные публикации

1. *Surovtsev N. V., Malinovsky V. K., Pal'yanov Yu. N., Kalinin A. A., Shebanin A. P.* Suppression of fast relaxation and the Raman coupling coefficient in densified silica// *J. of Physics: Condensed Matter*. 2004. V. 16, N 18. P. 3035—3040.
2. *Surovtsev N. V.* Features of the Raman coupling coefficient of boson peak vibrations in glasses// *Physica Status Solidi (c)*. 2004. V. 1, N 11. P. 2867—2870.
3. *Surovtsev N. V., Adichtchev S. V., Rössler E., Ramos M. A.* Density of vibrational states and light-scattering coupling coefficient in the structural glass and glassy crystal of ethanol// *J. of Physics: Condensed Matter*. 2004. V. 16, N 3. P. 223—230.
4. *Акимцев В. А., Пугачев А. М., Суровцев Н. В., Шебанин А. П.* Исследование структуры и состава базитовых стекол методом комбинационного рассеяния света// *Геология и геофизика*. 2004. Т. 45, № 10. С. 1216—219.
5. *Malinovsky V. K., Surovtsev N. V.* Raman scattering evidence of instantaneous nanoscale order in liquids and plastic crystals// *Physica Status Solidi (c)*. 2004. V. 1, N 11. P. 2900—2903.
6. *Surovtsev N. V., Kalinin A. A., Malinovsky V. K., Pal'yanov Yu. N., Yunoshev A. S.* Effect of synthesis temperature on carbon phases prepared from C₆₀ and nanosized diamonds under high pressure: hardness and Raman scattering study// *Carbon*. (Принята к публикации).