

УДАРНАЯ СЖИМАЕМОСТЬ Фуллерена C₆₀

Миляевский В.В.^{1}, Уткин А.В.², Жук А.З.¹,
Зарецкий Е.Б.³, Устинов И.В.⁴, Якушев В.В.²,
Хвостанцев Л.Г.⁴, Хищенко К.В.¹, Фортвов В.Е.¹*

¹ИТЭС ОИВТ РАН, Москва, ²ИПХФ РАН, Черноголовка,
³Университет «Бен-Гурион», Израиль, ⁴ИФВД РАН, Троицк
*vvm@ihed.ras.ru

Выполнено экспериментальное определение ударной сжимаемости фуллерена C₆₀ и скорости звука в ударно-сжатом фуллерене C₆₀ в диапазоне давлений 0.3–40 ГПа. Исходные образцы представляли собой таблетки из поликристаллического фуллерена C₆₀ (ГЦК $a = 1.417$ нм) с диаметром 25 мм и толщиной 1.5–4.5 мм. Степень чистоты исходного материала составляла 99.5–99.9 масс. %. Образцы имели плотность $\rho_{00} = 1.64$ г/см³, что составляет 97.5% от кристаллической плотности C₆₀ при нормальных условиях.

Для исследования ударной сжимаемости фуллерена C₆₀ в области малых давлений использовалась пневматическая ствольная метательная установка. Образцы нагружались медными или вольфрамовыми ударниками толщиной 1–2 мм. В области высоких давлений нагружение образцов осуществлялось через алюминиевые или медные экраны алюминиевыми (АД-1) ударниками толщиной 2–7 мм, разогнанными при помощи взрывных метательных устройств. Регистрация профилей скорости задней поверхности образца выполнялась через оконный материал (ПММА или воду) при помощи лазерного интерферометра VISAR. Дополнительно для измерений использовались контактные или пьезоэлектрические датчики.

Установлено, что полное фазовое превращение фуллерена в алмаз происходит при давлении около 37 ГПа. При более низких давлениях ударная адиабата фуллерена C₆₀ имеет ряд особенностей, которые (предположительно) могут быть связаны с серией полиморфных превращений: C₆₀(ГЦК) → C₆₀(ПК) → аморфный ($sp^2 + sp^3$) углерод → кубический алмаз. Полиморфное превращение фуллерена C₆₀ в аморфный углерод, по-видимому, сопровождается значительным выделением энергии. Некоторые полученные данные могут рассматриваться как свидетельство в пользу предположения, что в области этого полиморфного превращения реализуется режим твердотельной детонации.

Результаты проведенных ударно-волновых измерений использованы при полуэмпирическом описании термодинамических свойств фуллерена и продуктов его превращения в условиях высоких динамических давлений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Комплексной программы экспериментов и исследований Президиума РАН «Физика и химия экстремальных состояний вещества».