

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ФУЛЛЕРИТА C₆₀ В УСЛОВИЯХ КВАЗИИЗОЭНТРОПИЧЕСКОГО СЖАТИЯ

Постнов В.И., Каган К.Л., Шахрай Д.В.,
Плотников В.Д., Фортвов В.Е.*

ИПХФ РАН, Черноголовка

**postnov@icp.ac.ru*

Фуллерен C₆₀ в кристаллическом состоянии является полупроводником с шириной запрещенной зоны E_g порядка 2.1 эВ и довольно узкими (порядка 0.5 эВ) шириной валентной зоны и зоны проводимости. Ширины этих зон экспоненциально зависят от расстояния между молекулами и должны быстро увеличиваться при приложении гидростатического давления. Ширина запрещенной зоны при этом должна соответственно падать и при некотором давлении кристалл может перейти в металлическое состояние. Проведение специальных динамических экспериментов позволяет получить плавный, квазиизоэнтропический, режим нагружения, когда разогрев среды минимален. Это дает возможность по результатам одного эксперимента построить зависимость R от P по аналогии с одним циклом подъема и сброса давления на статических установках. При этом характерное время увеличения давления до максимальной величины составляет ~ 1 мкс. Схема эксперимента была следующей. Образец фуллерита представлял собой прямоугольную пластинку 8x3x1.5 мм. Образец и манганиновый датчик давления размещались между пластинами из плавленного кварца толщиной 2 мм. Сборка нагружалась алюминиевым ударником, разогнанным с помощью специального взрывного устройства до скорости 2 км/с, через медный экран, толщиной 6 мм. Эксперименты проводили как при начальной комнатной температуре, так и при охлаждении измерительной ячейки до температуры жидкого азота.

Полученные результаты позволяют говорить о резком уменьшении запрещенной зоны кристаллов C₆₀ при приложении давления. Однако, наблюдающаяся зависимость электропроводности под нагрузкой от температуры свидетельствует о том, что ширина запрещенной зоны уменьшается не до нуля и образец при 200 кбар остается полупроводником. Это качественно согласуется с данными по воздействию статического давления на кристаллический C₆₀. Однако, количественно значение электропроводности, зафиксированное нами в условиях динамического сжатия, на два порядка превышает электропроводность полученную при 300 К под действием статического давления 200 кбар. Количественное различие наших и статических экспериментов возможно является следствием динамического разогрева образцов в наших экспериментах. Однако, вполне вероятно, что частично это различие обусловлено также процессами полимеризации молекул C₆₀ и диффузии примесей в образец, происходящими при статических экспериментах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №03-02-16322 и Комплексной программы РАН «Физика и химия экстремальных состояний вещества» 2002 г.