

В диссертационный совет Д 501.001.90  
при МГУ им. М.В. Ломоносова,  
119991, Москва, Ленинские горы, 1-3,  
Химический факультет МГУ

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Давыдова Валерия Александровича «Полимеризованные состояния высокого давления фуллерена  $C_{60}$ : синтез, идентификация и исследование свойств», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Диссертационная работа Давыдова В.А. посвящена изучению твердофазных превращений фуллерена  $C_{60}$  при высоких давлениях и температурах, идентификации новых типов углеродных материалов, образующихся в результате этих превращений, и детальному исследованию их свойств с применением современных экспериментальных методик. Исследования свойств и превращений углеродных наноструктур, таких как фуллерены, нанотрубки и графен чрезвычайно актуальны и востребованы в связи с перспективами их практического применения. В работе выполнены комплексные исследования превращений фуллерена  $C_{60}$  в широкой области давлений и температур с использованием *ex situ* и *in situ* методов изучения вещества при высоких давлениях, получены важные научные результаты, широко цитируемые в научном мире и имеющие несомненный приоритет. Превращения при высоком давлении исследованы как для мономеров, так и для полимеров фуллерена, в условиях гидростатического и квазигидростатического сжатия, комбинированного воздействия на эти системы высокого давления и высоких температур, высокого давления и сдвиговых деформаций, а также высокого давления и лазерного облучения.

В диссертации выполнено детальное исследование кинетики образования различных полимеризованных состояний  $C_{60}$  при высоких давлениях и температурах. Впервые изучена кинетика процесса димеризации молекул  $C_{60}$  за счет реакции (2+2) циклоприсоединения в гранецентрированной кубической (ГЦК) и простой кубической (ПК) фазах фуллерита  $C_{60}$ . В результате выполненных исследований были развиты методы синтеза однофазных поликристаллических и монокристаллических образцов орторомбической (O), тетрагональной (T) и ромбоэдрической (R) полимерных фаз  $C_{60}$  и была построена одна из первых неравновесных Р–Т диаграмм превращений  $C_{60}$  в широкой области давлений и температур. Эти работы привели к получению качественных однофазных образцов полимерных структур  $C_{60}$ , что позволило впервые определить подлинно индивидуальные свойства полимерных фаз фуллерена и пересмотреть существовавшие в мировой литературе данные по кристаллической структуре, термодинамическим свойствам и молекулярной динамике кристаллических полимеров  $C_{60}$ . Полученные пионерские результаты привели к созданию эффективной спектроскопической методики молекулярного фракционного анализа продуктов полимеризации  $C_{60}$ , которая широко использовалась в исследованиях полимеров фуллерена и в значительной мере обеспечила высокую достоверность результатов исследования свойств и превращений этих фаз в условиях различного внешнего воздействия.

Несомненным достоинством работы является широкое применение современных физических и физико-химических методов исследования углеродных наноматериалов. Многие аспекты выполненной работы имеют первоходческий характер и отличаются новизной и значимостью полученных результатов. Так, в работе впервые отмечена особая роль явления «ориентационной» политипии в процессах структурного упорядочения молекулярных упаковок различных типов полимеров C<sub>60</sub>. Кроме этого, обнаружено явление фотоиндуцированной полимеризации линейных полимеров C<sub>60</sub> под давлением, обусловленное образованием ковалентных связей между молекулами C<sub>60</sub> соседних полимерных цепей, что приводит к образованию новой полимерной фазы из сдвоенных линейных цепочек C<sub>60</sub>. В процессах полимеризации фуллерена при высоком давлении было впервые отмечено образование трехмерных неупорядоченных полимеризованных состояний C<sub>60</sub>, обладающих высокой твердостью, не уступающей твердости алмаза.

Полученные результаты являются новыми, расширяют наши представления о полимерах фуллерена и имеют практическую значимость. Они показывают, что в процессах термобарической обработки фуллерита C<sub>60</sub> при высоких давлениях и температурах можно получить углеродные материалы, связанные с одномерными, двумерными и трехмерными полимерами фуллерена C<sub>60</sub> и характеризующиеся новыми физико-химическими свойствами.

У меня нет каких-либо существенных замечаний, даже традиционных, связанных с оформлением. На мой взгляд, работа очень хороша и могла бы быть представлена к защите значительно раньше, что можно в какой-то степени считать замечанием.

Автореферат в полной мере отражает суть выполненной работы и свидетельствует о высоком научном и методическом уровне проведенных исследований, выполненных с использованием разнообразной аппаратуры высокого давления и современных методов анализа различных углеродных состояний, полученных в работе.

Считаю, что выполненная работа по актуальности, новизне, объему и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (утверженного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым диссертациям на соискание ученой степени доктора, а ее автор Давыдов Валерий Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Константин Павлович Мелетов  
Доктор физико-математических наук  
(01.04.07 – физика конденсированного состояния)  
132432, г. Черноголовка, ул. академика Осипьяна д. 2,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН)  
Ведущий научный сотрудник, Лаборатория физики высоких давлений  
Tel: + 7 (49652) 25278, Fax: +7 (49652) 28160, эл. адрес: mele@issp.ac.ru

Дата подписания отзыва: « 28 » сентября 2015  
Подпись доктора физико-математических наук,  
в.н.с ИФТТ РАН К. П. Мелетова заверяю  
Ученый секретарь ИФТТ РАН



Г. Е. Абросимова