

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.

Время, прошедшее с момента открытия фуллеренов, новой молекулярной формы существования углерода, стало временем быстрого расширения наших знаний о природе этого, казалось бы уже хорошо изученного, химического элемента. Обнаружение, а в ряде случаев и повторное открытие вслед за фуллереном одностенных и многостенных нанотрубок, полиэдральных и сферических онионсоподобных наночастиц, графена, наноразмерных конических образований углерода показало, что свод наших знаний об этом уникальном химическом элементе и свойствах его соединений еще только начинает по-настоящему формироваться. В этом смысле диссертационная работа В.А. Давыдова, посвященная развитию методов синтеза, идентификации и определению свойств различных одномерно-, двумерно- и трехмернополимеризованных состояний  $C_{60}$ , является актуальной, и представляет собой заметный вклад в копилку знаний о новых молекулярных и полимолекулярных формах существования углерода.

Работу характеризуют оригинальность и несомненная новизна полученных результатов. В работе впервые проведено систематическое исследование превращений фуллерита  $C_{60}$  в широкой области давлений и температур, на базе которого построена р-Т диаграмма углеродных состояний высокого давления, образующихся в результате этих превращений в условиях квазигидростатического сжатия, и проведена их идентификация. В работе впервые исследована кинетика образования различных полимеризованных состояний  $C_{60}$  при высоких давлениях. При этом впервые проведено прямое экспериментальное исследование процессов индуцированной давлением твердофазной димеризации  $C_{60}$  в условиях ГЦК и ПК фаз фуллерита  $C_{60}$  и показано качественное различие механизмов димеризации  $C_{60}$ , связанное с различием типов вращательных состояний  $C_{60}$  в этих фазах фуллерита.

Важнейшими результатами работы, обеспечивающими ее признание в профессиональной сфере, на мой взгляд, стала разработка методов синтеза однофазных поликристаллических, а затем и монокристаллических образцов орторомбической (O), тетрагональной (T) и ромбоэдрической (R) полимерных фаз  $C_{60}$ . Получение практически чистых образцов позволило автору впервые осуществить определение подлинно индивидуальных свойств этих фаз, что привело к пересмотру, существовавшего в литературе комплекса данных по структуре, колебательным и термодинамическим свойствам полимерных фаз  $C_{60}$ .

Существенным достоинством работы, обеспечившим высокую степень надежности и достоверность результатов изучения свойств кристаллических полимерных фаз  $C_{60}$ , стало грамотное сочетание экспериментальных методов структурных исследований с теоретическим моделированием структуры этих фаз, впервые выявившем особую роль «ориентационной» политипии в процессах их формирования. В числе других значимых результатов следует отметить:

- определение термодинамических функций полимерных фаз  $C_{60}$  при высоких давлениях и температурах до 1000K и построение «равновесной» p-T диаграммы  $C_{60}$ ;

- обнаружение 3D полимеризованных состояний  $C_{60}$ , представляющих новый класс сверхтвердых углеродных материалов, обладающих твердостью, сопоставимой с твердостью алмаза;
- обнаружение явления фотоиндуцируемой полимеризации линейных полимеров  $C_{60}$  под давлением ;
- первое сравнительное исследование химических свойств полимерных фаз  $C_{60}$ , выявившее существенное возрастание реакционной способности полифуллеренов по мере повышения степени полимеризации;
- обнаружение индуцируемого давлением структурного превращения димеризованного состояния  $C_{60}$  и определение уравнений состояния и модулей объемного сжатия орторомбической и тетрагональной фаз  $C_{60}$ .

Результаты работы, имеющие несомненный фундаментальный характер, имеют и существенную практическую значимость. Они наглядно демонстрируют возможности создания нового типа углеродных материалов, классифицируемых как «смешанные промежуточные формы углеродов», на базе индуцируемых давлением превращений  $C_{60}$ .

В работе разработаны методы количественного молекулярного фракционного анализа продуктов полимеризации  $C_{60}$ , и предложена методика

получения растворимых форм полимеризованных состояний  $C_{60}$ , на базе фторированных полимеров  $C_{60}$ , защищенная международным патентом.

Диссертационная работа, очень значительная по своему объему, обладает внутренним единством и выполнена на высоком научном уровне с использованием необычно широкого спектра аппаратуры и методов изучения поведения вещества при высоких давлениях. Это характеризует В.А. Давыдова, как высокопрофессионального исследователя, научная квалификация которого соответствует ученой степени доктора наук. Количество публикаций (75) В.А. Давыдова по теме диссертации, представленных в ведущих рецензируемых российских международных журналах, кратно превышает число статей необходимых для присуждения докторской степени согласно существующим требованиям ВАК.

Считаю, что выполненная работа по актуальности, новизне, объему и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (утвержденного 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.

Новоторцев Владимир Михайлович

доктор химических наук (02.00.04 – физическая химия),  
профессор, академик РАН

Место работы: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, д. 31  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова  
Российской Академии Наук (ИОНХ РАН)  
Научный руководитель Института

Тел. (495) 952-02-24, факс. (495) 952-00-61  
Эл. почта : [vmnov@igic.ras.ru](mailto:vmnov@igic.ras.ru)

Дата подписания отзыва: 29.09.2015

Подпись руки тов. \_\_\_\_\_  
**УДОСТОВЕРЯЮ** \_\_\_\_\_  
Зав. канцелярией ИОНХ РАН

