

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Толстого Валерия Павловича на диссертацию Тимошена Кирилла Александровича на тему «Пленки фуллерена C_{60} и его производных на границе жидкость - газ», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Диссертационная работа К.А. Тимошена является продолжением серии актуальных работ, выполняемых на кафедре коллоидной химии Института химии СПбГУ, посвященных изучению поверхностных явлениях в сложных жидкостях. Ее темой является получение новых знаний о свойствах пленок фуллерена C_{60} , его производных, смешанных пленок C_{60} с амфифильными веществами и микроагрегатов фуллерена C_{60} различной формы на водной поверхности. Анализ текста работы показывает, что в процессе ее выполнения были получены фундаментальные знания о поверхностном давлении, динамической упругости и морфологии пленок производных фуллерена и его смесей с амфифильными полимерами на водной поверхности, а также выполнена оценка изменений микроскопической структуры плёнок в процессе их сжатия-растяжения и изучен ряд их свойств. Важной частью работы являлась также изучение морфологических характеристик слоев фуллерена и его производных, нанесенных на блочные подложки.

Отмеченные особенности рассматриваемой работы указывают на ее **актуальность**. Об этом свидетельствует также анализ библиографической базы данных SciFinder. Так, согласно поисковому запросу с ключевыми словами “fullerene” AND “interface” по данной тематике к настоящему времени опубликовано уже более 4900 работ включая 155 публикаций, относящихся к 2024 году и получено за весь период более 330 патентов, и это, безусловно, свидетельствует об актуальности работ в данной области.

При выполнении работы диссертантом получен сравнительно большой массив экспериментальных данных, основная часть из которых имеют несомненную **научную новизну**. Среди таких результатов, в первую очередь, следует отметить результаты по изучению свойств и морфология адсорбционных пленок карбоксилированного и полигидроксилированных производных фуллерена C_{60} , его смешанных пленок с двумя амфифильными полимерами, а также нанесенных пленок микростержней и микротрубок фуллерена C_{60} на водной поверхности. Так, для растворов фуллеренола $C_{60}(OH)_{20}$ обнаружена аномально высокая динамическая поверхностная упругость (~ 300 мН/м), уменьшающаяся при увеличении числа гидроксильных групп в молекуле.

Достоверность результатов, полученных К.А. Тимошеном, обусловлена использованием для характеристики различных стадий образования на поверхности воды

тонкослойных структур с участием молекул фуллерена и ряда его производных доступных автору современных методов исследования. В частности, при изучении структуры, поверхностных свойств и кинетики их образования в ходе работы были использованы классические методы поверхностной тензиометрии вместе с дилатационной поверхностной реологией, а также оптическая микроскопия при угле Брюстера и эллипсометрия. Наряду с этим было выполнено исследование подобных структур нанесенных на поверхность подложек из слюды методами атомно-силовой микроскопии, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Следует также подчеркнуть, что полученные результаты опубликованы в 4-х статьях в международных журналах из списка Q1, а значит они прошли независимую экспертизу в редакциях этих журналах и это дополнительно указывает на достоверность полученных автором результатов.

При оценке **практической значимости** диссертационной работы нельзя не отметить, что полученные результаты по кинетике адсорбции производных фуллерена, по поверхностной активности этих веществ и по взаимодействию фуллерена с полимерами на межфазной границе дают информацию, необходимую для определения механизма переноса фуллерена и его производных в биологических системах. Наряду с этим полученные пленки производных фуллеренов на водной поверхности могут быть использованы при создании регулярных пленок Ленгмюра – Блоджетт заданной толщины для ряда оптических устройств.

Обращает на себя внимание существенный объем выполненных экспериментов и последовательная и логичная интерпретация их результатов, которая дала возможность сделать научно-обоснованное заключение. Сама работа сравнительно хорошо оформлена, изложена на 153 страницах довольно четким и ясным научным языком, состоит из 4-х глав, содержит 90 рисунков и анализ 221-го литературного источника.

Однако при изучении материалов диссертационной работы нельзя не сделать несколько замечаний.

1. В главе 2 излагается краткий перечень используемых в работе методик исследования и при этом, с одной стороны, дается слишком подробное и избыточное для диссертационной работы объяснение их сути, а, с другой – не приводятся конкретные условия получения экспериментальных спектров и изображения. В частности, способа приготовления образцов при получении ИК-спектров и условия, при которых они были зарегистрированы, условия получения изображений на оптическом микроскопе с использованием методики Брюстера при которых было достигнуто как это показано на рис. 48 разрешение, превышающее, судя по шкале масштаба, дифракционный предел т.д.

Нельзя не отметить и отсутствие в параграфе 2.15 упоминания о типе и производителе просвечивающего электронного микроскопа.

2. На рисунке 24 полоса поглощения с максимумом при $623,5 \text{ см}^{-1}$ интерпретируется как соответствующая внеплоскостным деформационным колебаниям связи O-H, однако, вызывает вопрос отсутствие в этом спектре полосы поглощения соответствующего валентного колебания, интенсивность которой, как известно, должна быть во много раз больше, чем интенсивность обсуждаемой полосы.

3. Как уже отмечалось в тексте отзыва работа сравнительно хорошо оформлена, однако, все-таки, содержит некоторые погрешности, а именно, на рисунках 39 и 52 отсутствует шкала масштаба, на стр. 68, 105, 112, 113, 14 в тексте используется не совсем адекватный термин “возраст поверхности” хотя при описании некоторых экспериментов речь идет всего лишь о кинетике изменения ряда параметров в течение 300 секунд и т.д.

Приведенные выше замечания не имеют принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы в целом. Диссертационная работа К.А. Тимошена представляет собой законченную научно-квалификационную работу в области коллоидной химии, в которой выполнен большой объем значимых экспериментов, подтверждающих квалификацию, необходимую для присуждения ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация Тимошена Кирилла Александровича на тему: «Пленки фуллерена C60 и его производных на границе жидкость - газ» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Тимошен Кирилл Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.10. Коллоидная химия. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор химических наук, старший научный сотрудник,
Профессор кафедры химии твердого тела
Института химии СПбГУ

07.11.2024

Толстой Валерий Павлович