

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Деркач Светланы Ростиславовны 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.

Диссертация Тимошена Кирилла Александровича посвящена изучению свойств адсорбционных и нанесенных пленок фуллерена C_{60} и его производных, а также смешанных пленок фуллерена с амфифильными веществами и микроагрегатов фуллерена на межфазной поверхности вода – воздух. В работе использованы полигидроксилированные производные фуллерена – фуллеренолы, карбоксилированные – карбоксифуллерен, а также микроагрегаты фуллерена – микростержни и нанотрубки. Работа К.А. Тимошена направлена на приобретение новых знаний в области закономерностей формирования тонких пленок на межфазной границе, их структуры и кинетику релаксационных процессов в подобных системах.

Фуллерены обладают комплексом уникальных физико-химических свойств, среди которых необходимо отметить высокую сорбционную способность, высокую механическую прочность и упругость, нелинейные оптические свойства, низкую поверхностную энергию, высокую химическую стабильность и биосовместимость. Благодаря своим свойствам, фуллерены являются уникальным материалом для электроники и оптики, техники, а также биохимии и молекулярной медицины. Тонкие пленки фуллеренов и их производных на жидких границах раздела фаз могут служить прекрасной моделью, иллюстрирующей взаимодействие с биологическими объектами; а пленки, сформированные по принципу Ленгмюра-Блоджетт – объектом для моделирования технических приложений. В связи с этим тематика диссертационной работы является, безусловно, важной и актуальной.

В диссертационной работе К.А. Тимошена впервые изучены свойства нанесенных пленок смешанных нанесенных пленок фуллерена C_{60} с амфифильными полимерами, а также адсорбционных слоев фуллеренолов и карбоксифуллерена. Особое внимание уделено поиску условий образования однородных адсорбционных пленок водорастворимых производных фуллерена C_{60} .

Для изучения кинетики формирования, поверхностных свойств и морфологии нанесенных пленок и адсорбционных слоев в работе использован комплекс современных методов анализа – методы дилатационной поверхностной реологии и тензиометрии, эллипсометрия, микроскопия при угле Брюстера, сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия и атомно-силовая микроскопия.

Получены макроскопически однородные адсорбционные слои (пленки) производных фуллерена – фуллеренолов и карбоксифуллерена на границе водного раствора с воздухом. При этом показано, что на наноуровне они неоднородны и состоят из наноагрегатов, которые формируются в поверхностном слое. Слои фуллеренолов демонстрируют хрупкость при сжатии. При определенных условиях они характеризуются аномально высокой динамической поверхностной упругостью. Карбоксифуллерен, в отличие

гидроксифуллеренов, характеризуется высокой поверхностной активностью, и его адсорбционные слои обладают жидкоподобными свойствами.

Показано, что слои немодифицированного фуллерена C_{60} на границе вода-воздух демонстрируют высокую динамическую упругость, и при увеличении поверхностного давления показано образование поверхностных агрегатов. Обнаружено при этом, что поверхностная упругость нанесенных слоев нанотрубок фуллерена значительно ниже.

Обнаружено, что смешанные пленки фуллерена C_{60} с амфифильными полимерами поли-н-изопропилакриламидом и поливинилпирролидоном характеризуются высокой устойчивостью к деформациям, что обусловлено сильной адгезией поверхностной пленки к воде. Методами поверхностной реологии показано, что они состоят из двух отдельных поверхностных фаз, в которых поверхностная упругость определяется полимером, либо фуллереном.

Полученные в работе новые знания необходимы для определения механизма переноса фуллерена и его производных в биологических системах, и, следовательно, для оценки эффективности биомедицинских препаратов на основе фуллерена, что определяет практическую значимость работы.

Основные результаты диссертации представлены на 5 научных конференциях всероссийского и международного уровня. По результатам работы опубликовано 4 статьи в журналах, входящих в международные базы данных и относящихся к первому квартилю (Q1) по цитируемости.

Достоверность результатов работы и обоснованность основных выводов автора подтверждается необходимым объемом проведенных экспериментальных исследований и их воспроизводимостью, использованием совокупности современных методов анализа.

Вместе с тем, по диссертации можно высказать несколько замечаний и уточняющих вопросов.

1. Изменение концентрации фуллеренолов в адсорбционном слое, сжатие (или растяжение) адсорбционного слоя могут приводить к значительным изменениям морфологии слоя и, соответственно, к значительным изменениям поверхностных реологических параметров. Рассматривал ли автор в качестве причин увеличения динамической поверхностной упругости не только морфологию слоя на макро и микроуровне, но и межмолекулярные взаимодействия в адсорбционном слое?
2. При изучении свойств адсорбционных слоев карбоксифуллерен в работе показано, что поверхностная упругость увеличивается значительно дольше в сравнении с поверхностным давлением во всем исследованном диапазоне концентраций раствора карбоксифуллерена. Какими именно особенностями морфологии слоя можно объяснить эти полученные результаты?
3. Используя возможности метода микроскопии при угле Брюстера, в работе сделан вывод о жидкоподобной природе адсорбционной пленки карбоксифуллерена. Почему автор не использовал возможность измерения поверхностной вязкости для подтверждения данного вывода?

4. В работе используется много сокращений (аббревиатур). Желательно было бы сделать список использованных сокращений для большего удобства при работе с текстом диссертации.

Сделанные замечания не имеют принципиального значения и не снижают общее положительное впечатление от представленной диссертационной работы К.А. Тимошена.

Содержание диссертации в полной мере соответствует паспорту специальности 1.4.10 Коллоидная химия по следующим пунктам:

- п.5. Теория и практика адсорбции на границах твердое тело – газ, твердое тело – жидкость, жидкость - газ и жидкость – жидкость
- п.10. Теоретические основы действия поверхностно-активных веществ (ПАВ) на границах раздела фаз.
- п.17. Физико-химическая механика дисперсных систем; реология, виброреология структурированных дисперсных систем.
- п.19. Моделирование реологических свойств дисперсных систем.

.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

профессор, доктор химических наук (02.00.11 Коллоидная химия), профессор кафедры химии Естественно-технологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический университет»

Деркач Светлана Ростиславовна

« 28 » 10 2024 г.

Подпись профессора, доктора химических наук Деркач Светланы Ростиславовны заверяю

Директор Естественно-технологического института ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»

Петрова Л.А.

