

Отзыв

официального оппонента доктора технических наук, профессора Насибулина Альберта Галийевича на диссертационную работу Урванова Сергея Алексеевича «Модифицирование углеродного волокна углеродными наноструктурами», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – «химия твердого тела».

Композиционные материалы на основе углеродного волокна широко применяются в многих отраслях промышленности и народного хозяйства (от авиа и автомобилестроения до спортивного инвентаря и бытовой техники), в качестве альтернативы металлам, их сплавам и традиционным материалам (дерево, кость, керамика) ввиду более выгодного соотношения прочности и веса. В этой связи разработка более совершенных, прочных и устойчивых к различным воздействиям композиционных материалов является актуальной задачей. Производство и модифицирование углеродного волокна, как основного армирующего компонента, является одним из важнейших направлений в данной области. В диссертации Урванова С. А. изучены процессы, происходящие при внедрении фуллеренов на поверхность углеродного волокна и изучено влияние модификации углеродных волокон углеродными нанотрубками на межфазную границу «волокно-полимер» на различных типах матриц. Таким образом, тема диссертационной работы Урванова С. А. является актуальной.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и списка цитируемых литературных источников (125 наименований). Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 12 таблиц и 63 рисунка.

Первая глава диссертации (литературный обзор) посвящен изложению сведений о методах полимеризации фуллеренов и методах синтеза углеродных нанотрубок на поверхности углеродных волокон. Проведенный в литературном обзоре анализ результатов позволил Урванову С. А. определить основные проблемы, которые присутствуют в данной области, сформулировать цель диссертационной работы и поставить ее задачи.

В экспериментальной части (вторая глава) даны сведения об изучаемых объектах, использованных методах исследования и методиках измерений. Используемые

экспериментальные методики представляются надежными, позволяющими получать воспроизводимые результаты.

В третьей главе диссертант описывает процесс модифицирования углеродных волокон углеродными наноструктурами. Подробно описана методика модифицирования УВ фуллеренами, включающая в себя процесс фотополимеризации лазером. Следует отметить, что автор подтверждает факт присутствия фуллеренов на поверхности волокна путем совокупности ряда методов, а именно: РФЭС, спектроскопия КРС и растровая и просвечивающая электронная микроскопия. Более того диссертантом проводился поэтапный контроль изменений в исследуемых образцах различными экспериментальными методами исследования. Диссертант представил большой объем данных по проведенным им работам по модифицированию углеродного волокна углеродными нанотрубками. В данной главе большой объем материала посвящен решению проблемы повреждения монофиламентов УВ в ходе синтеза углеродных нанотрубок. В итоге автор пришел к выводу, что модифицирование углеродного волокна углеродными нанотрубками перспективней всего проводить с применением промежуточного слоя оксида алюминия, что решает не только проблему деградации свойств волокна во время синтеза углеродного волокна, но также приводит к более равномерному распределению катализатора по поверхности монофиламентов, что в свою очередь способствует равномерному покрытию поверхности волокна нанотрубками.

Четвёртая глава посвящена композиционным материалам, а именно исследованию влияния модификации поверхности УВ на композиционные материалы, и, в частности, на межфазную границу «УВ-полимер», процессы в которой во время разрыва композиционного материала были исследованы автором. Особое внимание диссертант уделил композиционным материалам с применением эластомерных матриц, где измерить силу межфазного сдвига, по представленными в литературе методикам вызвало затруднения. Для решения последней задачи была разработана методика измерения силы межфазного сдвига с помощью теста на монофилamente, которая позволила Урванову С. А. провести оценку влияния модификации углеродного волокна углеродными нанотрубками и установить эффективность различных подходов к модифицированию.

Проведенные автором детальные исследования позволили получить ряд новых и интересных результатов.

Среди этих результатов хотелось бы отметить следующие наиболее важные:

1. Впервые показано; что нанесение на поверхность углеродного волокна и последующая фотополимеризация фуллерена C_{60} приводит к изменению механических свойств монофиламентов углеродного волокна, а именно к существенному увеличению прочности на разрыв.
2. Разработана оригинальная методика модифицирования углеродного волокна углеродными нанотрубками, включающая получение промежуточного слоя с применением золя гидроксида алюминия;
3. Впервые детально исследовано влияние модификации углеродного волокна углеродными нанотрубками на границу «волокно-полимер» в композиционном материале с различными эластомерными матрицами, где автор также применил оригинальную методику для измерения сил межфазного сдвига.

Проведенный анализ диссертационного исследования Урванова С. А. показывает, что оно является важным вкладом в развитие химии углеродных наноструктур и исследования свойств межфазных границ, а именно в исследования эффекта внедрения фуллеренов на свойства углеродных волокон и влияния углеродных нанотрубок на межфазную границу в композиционных материалах на основе углеродного волокна. Достоверность и новизна полученных результатов не вызывают сомнения.

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации.

По диссертации могут быть сделаны следующие замечания:

1. В работе не представлено серьезных доказательств того, что изменение механических УВ произошло за счет образования УНТ. Во-первых, в диссертации при исследовании механических свойств углеродного волокна модифицированного углеродными нанотрубками приводится сравнение механических свойств со свойствами немодифицированного волокна. Однако, наличие оксида алюминия (без нанотрубок) уже само по себе должно повлиять на физико-химические свойства УВ. Поэтому для

полноты картины в работе следовало бы провести испытания волокна с оксидом алюминия, чтобы установить вклад этого покрытия на механические свойства материала.

2. Во-вторых, в работе не представлено доказательств образования УНТ. Автору следовало бы провести исследование методом просвечивающей электронной микроскопии края модифицированного углеродными нанотрубками монофиламента углеродного волокна, чтобы доказать образование именно этого продукта. Представленные РЭМ снимки не могут отрицать возможность образования углеродных нановолокон.

3. В целом по работе возникает вопрос о практической значимости предложенных способов модификации волокна. Можно ли ожидать, что предложенные методы могут получить свое развитие в индустрии? Процессы сложны и многостадийны. Насколько сильно использование дорогостоящих фуллеренов может повлиять на стоимость волокна.

4. На стр. 15 приводится неверное утверждение из которого следует, что УНТ «в зависимости от структуры» могут быть проводниками или изоляторами. Скорее всего имелось ввиду, что УНТ могут обладать полупроводниковыми или металлическими свойствами.

5. В целом работа представлена небрежно, следует отметить неаккуратность оформления списка литературы. Хотелось бы видеть рисунки и подписи на одной странице.

Высказанные замечания не затрагивают основной сути обсуждаемой диссертации, которая выполнена на высоком экспериментальном уровне, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, вероятно имеющей практическое значение для развития химии углеродных наноструктур и разработки композиционных материалов на основе углеродного волокна. Новизна, обоснованность и важность полученных в работе результатов и выводов не вызывают сомнений, диссертация полностью отвечает критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, а ее автор Урванов Сергей Алексеевич

заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – «химия твердого тела».

Доктор технических наук,
профессор Сколковского
института науки и технологий



26 сентября 2016 г.

Насибулин Альберт Галиевич

Почтовый адрес:

143026, г. Москва, ул. Нобеля, д.3

Сколковский институт науки и технологии

+7 916 690 38 12

E-mail: a.nasibulin@skoltech.ru

Подпись Насибулина А.Г. заверяю
Менеджер по административным
и кадровым вопросам

Людмила Коновалова