

ОТЗЫВ

официального оппонента Москалюк Ольги Андреевны на диссертационную работу Ржевской Елены Викторовны «Разработка угле- и стеклонаполненных композиционных материалов для 3D-печати на основе полифениленсульфона», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения

Современное развитие науки и техники диктует необходимость создания новых полимерных материалов, обладающих комплексом ценных функциональных свойств, среди которых высокие термо-, тепло- и хемостойкость в сочетании с высокими механическими и технологическими свойствами, позволяющими применять их в одном из самых перспективных и современных способов переработки – 3D-печати. Однако российский рынок полимеров и композитов на их основе, а также оборудования для 3D-печати характеризуется большим спросом импортного сырья. При этом отечественные разработки в данной области представлены на рынке фрагментарно и не позволяют решать стоящие перед промышленностью задачи. В этой связи особую значимость приобретают исследования, направленные на разработку отечественных суперконструкционных материалов и композитов на их основе для аддитивных технологий, способных составить успешную конкуренцию импортным аналогам.

Таким образом, диссертационная работа Ржевской Елены Викторовны, посвященная разработке композиционных материалов на основе полифениленсульфона для 3D-печати является, несомненно, актуальной и перспективной.

Научная новизна работы обусловлена получением композитов в широком концентрационном диапазоне и исследованием влияния длины углеродных и стеклянных волокон на комплекс физико-механических,

термических, реологических и огнестойких свойств полифениленсульфона и определение оптимальных размеров частиц и концентраций наполнителей, обеспечивающих получение волокнонаполненных композитных материалов для применения в 3D-печати. Исследована пластифицирующая способность олигофениленсульфона на основе 4,4'-дигидроксидифенила и 4,4'-дихлордифенилсульфона в волокнонаполненных композитах на основе полифениленсульфона и установлен механизм пластификации. Автором определены диапазоны количественного соотношения компонентов и пластификатора в высоконаполненном угле- и стекловолокнами полифениленсульфоне, обеспечивающие получение композита с оптимальным сочетанием физико-механических и термических свойств и технологичности. Впервые выполнена 3D-печать высоконаполненных угле- и стекловолокнами композиционных материалов на основе полифениленсульфона, а также получены композиты с высокими механическими и термическими свойствами.

Практическая значимость работы заключается в том, что автором разработаны угле- и стеклонаполненные композиционные материалы применимые в качестве тепло- и термостойких конструкционных полимерных материалов с высокими технологическими и эксплуатационными характеристиками, перспективными для использования в стратегически важных отраслях промышленности - авиастроении, ракетно-космической, судостроительной, оборонной технике, автомобилестроении, электронике и др.

Структура диссертационной работы

Диссертация изложена на 119 страницах, включает 20 таблиц и 49 рисунков. Она состоит из введения, литературного обзора, описания эксперимента, обсуждения результатов, заключения и списка использованной литературы, включающего 161 наименование.

Во введении отражены основные задачи исследования, актуальность, научная новизна, методы и методология исследований, практическая значимость диссертационной работы.

Глава 1 «Литературный обзор» состоит из пяти разделов, в котором представлен хорошо структурированный и развернутый анализ литературных данных, дающий объективное представление о состоянии исследований в рассматриваемой области. Более трети цитируемой литературы относится к работам, опубликованным за последние 10 лет. Обзор заканчивается краткими выводами, доказывающими актуальность диссертационной работы.

Глава 2 «Экспериментальная часть» содержит характеристики исходных веществ, методы получения композитов, а также методы исследования свойств (реологические, физико-механические, термические и испытания на огнестойкость) и анализа структуры исходных материалов и композитов. Методы исследования полностью соответствуют поставленной цели и задачам. Экспериментальная часть диссертации производит хорошее впечатление по широкому и квалифицированному использованию современных физико-химических методов исследования.

Глава 3 «Обсуждение результатов» включает в себя 3 раздела и посвящен результатам собственных исследований.

В первой части третьей главы (п. 3.1) приведены результаты исследования влияния углеродных и стеклянных волокон с линейными размерами 0,2 и 3 мм в количестве от 10 до 40 масс. % на свойства полифениленсульфона. Исследования зависимости свойств разработанных композиционных материалов от их состава свидетельствуют о том, что во всех случаях введение угле- и стекловолокон в структуру полифениленсульфона приводит к увеличению упруго-прочностных свойств, твердости по Шору, тепло- и термостойкости, а также к повышению огнестойкости.

Вместе с тем введение угле- и стекловолокон, наряду с увеличением механических характеристик приводит к значительному повышению вязкости расплава композитов и снижению их технологичности. И как показала апробация 3D-печати разработанных композитов это является одной из главных проблем для получения изделий с высокими механическими свойствами, сопоставимыми с литьевыми. В связи с этим при создании высоконаполненных материалов остро стоит проблема их пластификации. Поэтому вполне логичным продолжением работы является подбор пластификатора. Таким образом, п. 3.2 диссертации посвящен исследованию пластифицирующей способности олигомера на основе 4,4'-дигидроксидифенила и 4,4'-дихлордифенилсульфона на волокнонаполненные композиты на основе полифениленсульфона.

В п. 3.2.1 изучена пластифицирующая способность олигофениленсульфона на матрицу – полифениленсульфон. Результаты исследования влияния олигомера на реологические, физико-механические, термические свойства и огнестойкость полифениленсульфона показали, что олигофениленсульфон обеспечивает необходимое пластифицирующее действие за счет термодинамической совместимости с матрицей и высокой термостойкости (выше 450 °С), обеспечивающей стабильность при температурах переработки, как методом литья под давлением, так и 3D-печатью. Анализ полученных результатов исследования влияния пластификатора в количестве до 20 масс.% в композиционный материал (п.3.2.2) с содержанием 30% углеродных и стеклянных волокон на комплекс свойств, показал, что его введение приводит к повышению технологичности композитов при сохранении термических и физико-механических свойств. Совокупность полученных данных позволила определить оптимальный состав угле- и стеклонеполненных композиционных материалов для 3D-печати.

Пункт 3.3 посвящен применению волокнонаполненных композитов

на основе полифениленсульфона в 3D-печати. Показано, что благодаря применению пластификатора удалось напечатать качественные высоконаполненные композиты методом FDM с высокими эксплуатационными свойствами.

Сформулированные в работе выводы соответствуют полученным результатам.

В целом, диссертационная работа Ржевской Е.В. оставляет хорошее впечатление. Диссертант переработала и грамотно проанализировала большой объем литературы и проявила высокую квалификацию в области получения полисульфоновых композитов, наполненных стеклянными и углеродными волокнами, применяемых в 3D-печати методом FDM, анализа основных физико-механических свойств с использованием современных методов исследования.

Автореферат и опубликованные работы соответствуют содержанию диссертации. По материалам диссертации опубликовано 14 научных статей, из них 5 в изданиях, рекомендованных ВАК, 4 научные статьи в базах данных Web of Science и Scopus, получен 1 патент РФ.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. По экспериментальным результатам, представленным в разделе 3.3, не совсем понятно оптимальное содержание пластификатора, которое необходимо вводить в высоконаполненный композит, для обеспечения качественной 3D печати методом FDM. Диссертанту следовало бы в табл. 20 представить данные по результатам физико-механических свойств напечатанных композитов на основе полифениленсульфона с различным процентным содержанием пластификатора.

2. В работе автор высказывает предположения об адгезионном взаимодействии полимерной матрицы и наполнителей, объясняя тем самым наблюдаемые эффекты от введения различных по химической природе наполнителей (УВ и СВ). Однако в работе не представлены

данные анализа надмолекулярной структуры композитов и выводы о характере диспергирования наполнителей в объеме полифениленсульфона.

3. Не отражены варианты практического применения разрабатываемых высоконаполненных композитов с учетом достигнутых показателей эксплуатационных свойств напечатанных образцов. А так же не представлена экономическая составляющая конечного продукта, его предварительная стоимость.

4. Автору рекомендуется в работе представить диапазон значений температур стеклования исходного полимера и композитов на его основе, а не конкретные значения. Поскольку для полимерных материалов понятие температуры стеклования не является жестко определённой величиной.

5. При табличном представлении результатов испытаний автором не представлен разброс значений, получаемый для каждой серии экспериментов, что не позволяет однозначно установить реальный эффект от введения наполнителей и пластификатора на физико-механические и специальные свойства композитов.

6. Интересно было бы провести исследования использования в качестве пластификатора олигомера другой структуры.

7. В диссертации и автореферате были обнаружены незначительные стилистические и технические опечатки.

Необходимо подчеркнуть, что приведенные замечания не снижают положительной оценки работы. Работа выполнена на высоком научном и экспериментальном уровне. Основные выводы диссертации обоснованы и логично вытекают из содержания работы.

Диссертация соответствует паспорту специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения по п. 9 «Целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их использования в заинтересованных отраслях

науки и техники».

По актуальности темы исследования, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций диссертационная работа Ржевской Елены Викторовны на тему «Разработка угле- и стеклонаполненных композиционных материалов для 3D-печати на основе полифениленсульфона» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, так как является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные технологические решения по разработке отечественных суперконструкционных материалов и композитов на их основе для аддитивных технологий, способных составить успешную конкуренцию импортным аналогам.

Автор диссертационной работы, Ржевская Елена Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.

Официальный оппонент

кандидат технических наук,
доцент кафедры инженерного
материаловедения и метрологии
ФГБОУВО «Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

190068, Санкт-Петербург, Вознесенский
пр., д. 46

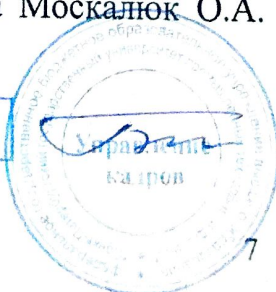
Тел.: +7 (812) 310-41-16

E-mail: olga-moskalyuk@mail.ru

О.А. Москалюк

Подпись к.т.н., доцента Москалюк О.А.
заверяю:

Ведущий специалист
по кадрам управления кадров



Бегунова И.В.