

«УТВЕРЖДАЮ»

директор ИНХС РАН
доктор химических наук,
профессор РАН
Максимов А. Л.



2018 г

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Хакуловой Дианы Мухамедовны «Разработка композиционных материалов на основе полифениленсульфона для 3D-печати», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения

Интенсивное развитие промышленности, внедрение новых технологий неразрывно связано с использованием полимерных материалов, обладающих высокими потребительскими характеристиками. В связи с этим, разработка новых композиционных материалов на основе высокотемпературных полимерных матриц, способных перерабатываться с использованием стремительно развивающихся аддитивных технологий является одной из важнейших задач химии и технологии высокомолекулярных соединений и представляет несомненный интерес.

Материалы на основе полифениленсульфона обладают уникальными свойствами: высокой термостойкостью, механической прочностью, химической стабильностью, радиационной стойкостью, биологической совместимостью и являются перспективными и высоковостребованными в машиностроении, аэрокосмической, автомобильной, электронной и медицинской промышленности. Разработка композитов на основе полифениленсульфона для 3D-печати значительно расширяет возможности реализации потенциала таких материалов.

Таким образом, тема и задачи диссертационной работы Хакуловой Д.М. «Разработка композиционных материалов на основе полифениленсульфона для 3D-печати» актуальны и имеют теоретическое и практическое значение.

Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения и раздела, посвященного основным результатам и выводам и 1 приложения. Диссертация изложена на 121 странице, содержит 51 рисунок, 20 таблиц и список литературы из 194 наименований.

Во введении приведена общая характеристика работы, обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту

В главе 1, представляющей собой аналитический обзор литературы, рассмотрен круг вопросов, охватывающий проблематику диссертационной работы. Литературный обзор логичен, разделы построены последовательно. Рассмотрены основные представления о технологии переработки полимеров методом 3D печати, способы получения и свойства полифениленсульфона и композиционные материалы на его основе. Описаны минералонаполненные и угленаполненные марки полисульфонов. Завершают литературный обзор выводы, обосновывающие цели и задачи исследований, поставленные в работе.

В экспериментальной части диссертационной работы (глава 2) последовательно представлены объекты исследования, характеристика оборудования, на котором производились соответствующие измерения и анализы, а методики приготовления и переработки композитов.

В обсуждении результатов (глава 3) автор подробно и логично излагает результаты собственных исследований. В разделе 3.1 - результаты исследования влияния различных наполнителей на свойства полифениленсульфона. Как правило, современные композиционные материалы являются многокомпонентными системами, в которых наряду с

полимерной основой присутствуют многочисленные добавки. Выбор добавок диктуют требования, предъявляемые к свойствам композиций. Соискателем выполнен большой объем экспериментальных исследований для определения наиболее эффективных наполнителей полифениленсульфона. Результаты, представленные в данном разделе диссертации, представляют несомненный интерес для прогнозирования физико-механических характеристик композиционных материалов на основе высокотемпературных термопластичных матриц.

В разделе 3.1.2 и 3.1.3 представлены результаты исследования термостойкости композиций с наиболее эффективными наполнителями тальком и углеродом. Следует отметить, что термостойкость полученных композитов изучена достаточно подробно. Показано, что она сохраняется на уровне полифениленсульфона, что, несомненно, важно для дальнейшей переработки и эксплуатации материала.

В разделе 3.2, проеден поиск эффективного модификатора ударной вязкости. Положительной стороной работы является то, что автор в разрабатываемом композите получает высокие физико-механические характеристики. В разделах 3.3, 3.4 автор совершенствует метод получения композитов: использует как классический способ смешения одновременного смешения всех компонентов, так и двухстадийные. Это позволило получить важные как в теоретическом, так и практическом плане результаты. В частности, автором доказано, что свойства композита определяются не только компонентным составом, но и в значительной мере способом его получения. Установлены условия получения композита, при которых усиливающие компоненты распределяются в фазе полифениленсульфона, а добавка, повышающая ударопрочность не ужесточается.

Это привело к тому, что получен композиционный материал на основе полифениленсульфона, талька и поликарбоната, сочетающий высокий модуль упругости с высокой ударопрочностью. Условия получения композитов на основе полифениленсульфона, наполненных углеродных

волокон, как показано в работе, должны обеспечить сохранность при смешении усиливающего элемента.

Нельзя не отметить, что наряду с оценкой влияния способа получения композита на его физико-механические характеристики, также подробно изучена их термостойкость (разделы 3.3.2, 3.4.2).

Показано, что предложенные композиции обладают хорошими технологическими свойствами, хорошо перерабатываются. Это подтверждают проведенные автором в разделе 3.5 исследования по 3D печати изделий из разработанных композитов на основе полифениленсульфона, в том числе крупногабаритных, что, несомненно, ценно с практической точки зрения.

Кон-калориметрические исследования, показали, что тепловыделение при горении полученных композиций значительно ниже по сравнению с матричным полимером.

Важно отметить, что свойства полученных композитов значительно превосходят зарубежный аналог.

Таким образом, в соответствии с поставленной целью автором диссертационной работы проделан ряд экспериментальных исследований, что позволило получить целевые полимерные композиционные материалы с прогнозируемыми эксплуатационными и технологическими характеристиками для применения в технологии 3D-печати.

Практическая значимость диссертационной работы Хакуловой Д.М. несомненна. С использованием разработанных автором рецептов созданы новые композиционные материалы с высокой стабильностью свойств и необходимыми технологическими характеристиками для 3D-печати, что подтверждается успешным изготовлением бездефектных крупногабаритных сложнопрофилированных тонкостенных (0,8-1,2 мм) изделий с высокой точностью геометрических размеров методом FDM. Полученные результаты надежны, выводы убедительны и не вызывают сомнений.

По работе имеются следующие замечания:

1. Часть литературного обзора посвящена синтезу полифениленсульфонов, хотя собственные исследования автора - только модификации полифениленсульфона путем создания полимер-полимерных и наполненных композиций. Этот пункт нельзя полностью отнести к недостаткам, так как описание объекта исследования - полифениленсульфонов требует освещения и способов его синтеза.

2. Для оценки распределения наполнителей в полимерной матрице микроснимки РЭМ желательно было бы дополнить рентгенофазовым анализом на малых углах.

3. Исследование влияния наполнителей на термостойкость полифениленсульфона, проведенное в главе 3, интересно со всех точек зрения. Однако, представленные результаты не позволяют однозначно определить эффективность того или иного наполнителя, так как не представлены сопутствующие результаты определения термостабильности другими экспериментальными методами.

4. Хотелось бы видеть результаты объемного удельного электрического сопротивления, так как разработанные материалы могут быть высоковостребованы в электронной и электротехнической промышленности.

5. В работе встречается множество опечаток и неточностей. Иллюстративный графический материал по всему объему диссертации оформлен не одинаково. Ни на всех микрофотографиях есть мерная линейка.

6. в пункте 5 выводов содержится утверждение, что при смешении углеродные волокна разрушаются, однако в тексте работы — это не показано. В диссертации сделано предположение о таком механизме снижения эффективности волокон в композите.

7. ИК-спектры, представленные в работе избыточны, они не позволяют получить дополнительную информацию о разрабатываемых системах.

Замечания носят частный характер и не влияют на общее положительное впечатление о диссертационной работе, которая является

законченным исследованием и отличается научной новизной. Автореферат в полной степени соответствует содержанию работы.

В целом рецензируемая диссертация Хакуловой Д.М. представляет собой объемную, логически построенную научно-квалификационную работу, в которой решена задача создания новых полимерных композиционных материалов, представляющих интерес для науки, технологии и промышленности.

Материалы диссертации представляют существенный интерес для исследователей, работающих в области химии и высокотемпературных термопластичных полимеров, и композитов на их основе. Результаты исследования имеют важное научное и практическое значение и могут представлять интерес для таких организаций как РХТУ им. Д.И. Менделеева, ИВС РАН, ИХФ им. Н.Н. Семенова РАН, ИСПМ им. Н.С. Ениколопова РАН, ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ, ОАО "Институт пластмасс имени Г.С. Петрова" и др.

Представленная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 02.00.06 - Высокомолекулярные соединения в пункте 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» и 10 «Решение технологических и экологических задач, связанных с первичной и вторичной переработкой полимерных материалов».

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Хакуловой Д.М. по представленному объему экспериментального материала, теоретическому уровню, научной и практической значимости представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему и по научной новизне и практической значимости соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г №

842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Хакулова Диана Мухамедовна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Настоящий отзыв заслушан и утверждён на коллоквиуме 547 от 29 октября 2018 г. Лаборатории полимерных нанокompозитов ИНХС. Специальность: 02.00.06 - Высокомолекулярные соединения.

Зав. лабораторией, к.х.н.

Герасин В.А.

Подпись Герасина В.А. заверяю

Ученый секретарь к.х.н., доцент



Костина Ю.В.

Контактная информация:

E-mail: tips@ips.ac.ru

т. 8 (495) 954-42-75

адрес 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, 29