

Ректор Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский
государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

« 26 »

высшего образования
государственный т
имени Га

«16»

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

В последние годы на совершенствование рецептур угле- и стеклонанополненных полимерных композитов для конкретных областей применения направлены исследования широкого круга ученых. Однако эта проблема до настоящего времени остается актуальной, в частности, в связи со стремительным расширением сфер применения аддитивных технологий в различ-

ных отраслях экономики ставятся задачи по разработке высококачественных материалов на основе полифениленсульфонов для 3D-печати, что и определяет научно-практическую значимость представленной к защите диссертации.

Диссертационная работа Ржевской Е.В. выполнена на кафедре органической химии и высокомолекулярных соединений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

Диссертация изложена на 119 страницах и состоит из введения; обзора литературы; экспериментальной части, включающей объекты и методы исследования, а также методики эксперимента; обсуждения результатов экспериментальных исследований (3 раздела); заключения и списка литературы. Диссертация содержит 20 таблиц и 49 рисунков, библиография насчитывает 161 наименование.

Во введении соискателем обосновывается актуальность выбранной темы диссертации, формулируется основная цель и задачи работы, научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

Литературный анализ состояния проблемы представляет собой обзор литературы по выбранной тематике. Автором приведены данные исследований по разработке армированных углеродными и стеклянными волокнами композитных материалов на основе ароматических полиэфирсульфонов, описаны способы повышения адгезии волокон к полимерной матрице. Уделено внимание основным проблемам, связанным с применением угле- и стеклонаполненных композиционных материалов на основе суперконструкционных полимеров в аддитивных технологиях. Литературный обзор логичен и ясно изложен. Анализ литературных источников подтвердил актуальность рассматриваемой темы.

Методический раздел диссертационной работы включает в себя объек-

ты исследования и их характеристики, методики получения композиционных материалов и методы их исследования. Следует отметить, что применяемый автором обширный спектр современных методов исследования структурных особенностей, а также реологических, физико-механических, термических свойств и огнестойкости разработанных композиционных материалов позволяет сделать вывод о достоверности представленных соискателем экспериментальных данных.

Обсуждение результатов эксперимента, полученных на первом этапе исследований (глава 3.1), включает анализ влияния концентрации (в диапазоне от 10 до 40 %) и длины (0,2 и 3 мм) углеродных и стеклянных волокон на реологические и физико-механические свойства наполненного полифениленсульфона, его термо- и огнестойкость. Показано, что введение волокнистых наполнителей как с длиной волокон 0,2 мм, так и 3 мм приводит к закономерному снижению показателя текучести расплава армированного полифениленсульфона, причем для композитов с углеродными волокнами характерно более значительное его уменьшение. Установлено, что механические и термические свойства композитов с углеродными волокнами значительно превосходят свойства композитов со стеклянными волокнами. Следует отметить, что в работе изучена огнестойкость разработанных композитов (подраздел 3.1.4) - один из важнейших параметров, определяющих возможные области применения полимерных материалов. Показано, что все композиты обладают высоким значением кислородного индекса и относятся к категории V0. Вместе с тем, в результате апробации разработанных угленаполненных композитов на основе полифениленсульфона в процессе 3D-печати (подраздел 3.1.5) в работе установлено снижение технологичности композиций при их переработке из-за высокой вязкости расплавленного полимерного филамента.

Для снижения вязкости расплава (раздел 3.2) соискателем предложен в качестве пластификатора олигофениленсульфон на основе 4,4'-дигидроксидифенила и 4,4'-дихлордифенилсульфона. При изучении влияния

данного пластификатора на свойства полифениленсульфона выявлена его термодинамическая совместимость с полимером. Показано, что при введении олигофениленсульфона наблюдается снижение температуры стеклования и повышение модуля упругости при изгибе и растяжении пластифицированного полимера. Установлено, что исследованный олигомер обеспечивает достаточно эффективное пластифицирующее действие при переработке полифениленсульфона. В связи с этим вполне логичным является его применение в высоконаполненных композитах. Показано, что введение олигофениленсульфона в исследуемые композиции, содержащие угле- и стекловолокно, приводит к значительному улучшению технологичности при их переработке и сохранению высоких значений физико-механических показателей и термостойкости. В результате проведенных комплексных исследований соискателем определены составы композитов на основе полифениленсульфона, содержащие до 35 % углеродных или стеклянных волокон и до 15 % олигофениленсульфона, обеспечивающие оптимальные физико-механические, термические и технологические свойства получаемых композитов.

Логическим завершением исследований явилось изучение возможности применения разработанных высоконаполненных композитных материалов на основе полифениленсульфона в 3D-печати (раздел 3.3), которое показало, что напечатанные образцы обладают хорошим растровым сцеплением и высокими физико-механическими характеристиками.

В заключение диссертации сформулированы основные выводы, обобщающие результаты проведенного исследования.

Представленные в диссертационной работе Ржевской Е.В. экспериментальные данные отличаются научной новизной и практической значимостью. В научном плане представляют интерес впервые полученные соискателем данные о влиянии пластификатора - олигофениленсульфона, синтезированного на основе 4,4'-дигидроксидифенила и 4,4'-дихлордифенилсульфона, на температуру стеклования и текучесть полифениленсульфона, свиде-

тельствующие о его термодинамической совместимости с полимерной матрицей и подтверждающие его эффективное пластифицирующее действие при температурах, соответствующих режимам 3Д-печати; а также предложенный соискателем механизм действия исследуемого пластификатора.

С практической точки зрения важным результатом представленной диссертационной работы является разработка новой серии угле- и стеклонанополненных композиционных материалов на основе высокотемпературного термопласта полифениленсульфона для 3Д-печати. При этом следует подчеркнуть, что соискателю удалось решить проблему, связанную с пористостью и низкой адгезией между слоями в процессе печати, что обеспечило получение качественных 3D-изделий с высокими значениями механических свойств.

Новизну полученных результатов подтверждают 5 статей, опубликованных по теме диссертации в журналах, рекомендованных ВАК, из них 4 статьи представлены в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus.

Автореферат и научные публикации в полной мере отражают основное содержание диссертационной работы.

По работе имеются следующие замечания:

1. В работе показано (раздел 3.1.4), что стекловолокна, по сравнению с углеродными, характеризуются более низким адгезионным взаимодействием с полифениленсульфоновой матрицей (данные СЭМ и ДСК), что снижает эффективность их применения в качестве армирующих систем. Как практически можно повысить эффективность применения стекловолокнистого наполнителя, учитывая его большую доступность и меньшую стоимость?
2. Одним из основных направлений исследования данной работы является изучение эффективности пластифицирующего действия олигофениленсульфона при его введении в полифениленсульфоновую матрицу (раздел 3.2) Каковы технологические особенности совмещения базового полимера и компо-

зиций на его основе с пластификатором? Какова оценка безопасности и экологичности данного пластификатора?

3. В выводах отмечено, что композиционные материалы на основе полифениленсульфона и углеродных волокон отличаются большей теплостойкостью по сравнению со стеклонаполненными композитами, « что связано с их более высоким модулем упругости» (вывод 3). Приведенная формулировка требует уточнения. Что является определяющим в повышении данного показателя?

4. В связи с тем, что угле- и стеклонаполненные материалы широко востребованы в электронной и электротехнической областях целесообразно было бы включить в комплексную оценку свойств разработанных композитов диэлектрические характеристики.

Указанные выше замечания не снижают высокой оценки проведенных исследований и принципиальной значимости полученных результатов. Материалы диссертации представляют несомненный научно-практический интерес для исследователей, работающих в области химической технологии высокотемпературных термопластичных полимеров.

По своей актуальности, объему экспериментального материала, теоретическому уровню, научной и практической значимости диссертационная работа Ржевской Елены Викторовны «Разработка угле- и стеклонаполненных композиционных материалов для 3D-печати на основе полифениленсульфона», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения, является законченным научным исследованием. Содержание диссертации соответствует п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», которое утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., и 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 заинтересо-

ванных отраслях науки и техники». По характеру постановки цели и задач, использованным подходам к экспериментальным исследованиям и анализу результатов работа отвечает отрасли наук «технические», а её автор, Ржевская Елена Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» (протокол № 2 от 04 сентября 2019 года).

Заведующий кафедрой «Технология и
оборудование химических, нефтегазовых
и пищевых производств»,

доктор технических наук, профессор

В.Н.Целуйкин

Профессор кафедры «Технология и
оборудование химических, нефтегазовых
и пищевых производств»,

доктор технических наук, профессор

Т.П.Устинова

СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77.
Тел.: +7(452)99-88-11, +7(452)99-88-22,
E-mail: rectorat@sstu.ru

Подписи Целуйкина В.Н. и Устиновой Т.П. заверяю.



Заместитель начальника управления
правового обеспечения и кадров

Гарасова Т.А.
20 г.