

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Запорникова Вячеслава Андреевича
на тему: «Разработка полимерных материалов на основе поликарбоната для
создания медицинских инструментов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.06 — «Технология и переработка полимеров и
композитов».

Актуальность темы диссертации

Представленная диссертационная работа выполнена в Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева, широко известном в России и за рубежом исследованиями в области создания новых перспективных материалов и эффективных технологий производства на их основе изделий современного машиностроения, медицины и других отраслях народного хозяйства.

В машиностроении возрастающие требования к длительности и надежности работоспособности изделий могут быть удовлетворены применением термостойких полимеров и их композитов. Одним из новых подходов к созданию суперконструкционных пластиков является использование наполненных полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе термопластов, к которым относятся поликарбонат (ПК), имеющий высокий модуль упругости, прочность, тепло-, термо- химическую стойкость. Применение ПК в качестве матрицы композитов позволяет создавать материалы с повышенной удельной прочностью, сохранением химической, тепло- и термостойкости. Ввиду сложности переработки таких полимеров и особенно высоконаполненных ПКМ на их основе, эффективная рационализация технологических процессов получения изделий из них позволяет значительно

расширить области их применения и является одной из актуальных задач техники и экономики.

В медицине для решения биоинженерных проблем внутри организма (травматология и ортопедия), проведение внешнего протезирования, создание медицинского инструмента и корпусов медицинской техники нового поколения используется широкий круг материалов различной природы: металлические, сплавы, керамические и углеродные материалы. Однако, наиболее широкие возможности связаны с различными полимерными материалами и композитами на их основе, к которым в отличие от материалов технического назначения предъявляются дополнительные требования по биоинертности, низкой токсикологии и возможностью стерилизации, например, медицинского инструмента, традиционными методами — УФ- или радиационное облучение, парофазная обработка. На современном этапе развития промышленности производства изделий из ПМ, в том числе в медицине, важной проблемой является утилизация отходов и их вторичная переработка, что требует дополнительных исследований и в совокупности придает работе актуальный характер в сфере здравоохранения.

Несмотря на уже имеющиеся работы, посвященные получению переработки наполненных ПКМ на основе термостойких полимеров, еще мало изучен ряд вопросов, касающихся влияния условий получения на их структуру и свойства, решение которых требует комплексного исследования, что позволит управлять структурой и свойствами КМ при производстве перспективных изделий с повышенными служебными свойствами для машиностроительных изделий и медицины.

Диссертационная работа Запорникова В.А. посвящена решению актуальной задачи технологии материалов: управлению процессами структурообразования в полимерных материалах и композитов обеспечивающими реализацию уникального комплекса их физико-механических свойств. При этом поставлена конкретная научная задача по раскрытию закономерностей формирования структуры различных уровней в

наполненных частицами различной природы — органической и неорганической, термостойких полимерных материалов на основе поликарбоната для формования изделий различного назначения методом экструзии и литья под давлением.

Научная новизна работы

Научная новизна диссертации заключается в раскрытии особенностей структурообразования и формирования свойств полимерных композитов на основе поликарбоната в зависимости от природы модификатора, состава, формы частиц исходных смесей, учет которых позволяет снизить температуру переработки материала, технологическую усадку и повысить, физико-механические свойства создаваемых материалов без ухудшения их токсичности.

Установлено, что наполнение карбоната до 0,4 массовых % нанотрубок способствует повышению их физико-механических характеристик материала на 10-30, а ударная вязкости на 40-50% и показателя текучести расплава, что улучшает его переработку и снижает вероятность деструктивных процессов.

Выявлены особенности формирования структуры поликарбоната полыми микросферами (до 1% масс), проявляющееся в изменении надмолекулярной структуры полимера — появление областей с дальним порядком упаковки структурных элементов в виде фибриллярных и сферолитных структур, что приводит к повышению деформационно-прочностных свойств и снижению технологической усадки.

Изучение влияния эффекта наполнения поликарбоната короткими волокнами базальта, в сравнении со стеклянными волокнами свидетельствует о повышении разрушающего напряжения при изгибе из 20%, модуля прочности на 10% и снижения усадки на 50% и сохранению показателей диэлектрических свойств.

Модификация поликарбоната полимерными частицами (АБС, СЕБС) сказывается в первую очередь на увеличение ударной вязкости, которая достигает двухкратного размера при одновременном введении модификаторов в заданном соотношении.

Автором был обнаружен эффект синергетизма от введения наполнителей различной природы, что объясняется как изменением характера упаковки полимерных цепей так и формирование собственной кластерной структурой наполнителей структуры полимерного материала.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов

Решение поставленных задач обеспечивается за счет совместного применения современных методов определения физико-механических, реологических, термомеханических, диэлектрических характеристик и микротвердости и изучения структуры разработанных методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) на приборе NTEGRA Prima NT-MDT, Россия, Зеленоград), с режимом контактного сканирования. Фрикционные испытания проводились на торцевой машине трения И-47К54. Определение ПДК бензапирена, формальдегида, ацетальдегида и фенола проводили на хромато-масс-спектрометре «Clarus 600С», газовом хроматографе «Clarus 600GC» с приставкой «Turbo-Matrix40 Trap Headspace Sampler» и на жидкостном хроматографе «Цвет-Яуза». Изучение острой токсичности проводили в условиях внутрибрюшинного введения водных вытяжек белым мышам. Все экспериментальные исследования проводили с использованием программного обеспечения и средства статистической обработки экспериментальных данных.

Значимость результатов, полученных автором, для науки и практики

Термостойкие полимеры, в частности поликарбонат, и полимерные композиции на его основе обладает ограниченной перерабатываемостью,

обусловленной высокой вязкостью расплава и температурой размягчения, близкой к температурам начала деструктивных процессов, что затрудняет формование изделия из полимерных композитов. Однако создание термопластичных композитов является одним из наиболее перспективных и динамично развивающихся направлений современной науки. Решение этой проблемы требует усовершенствования существующей технологии по созданию таких многофункциональных пластиков, особенно, в сфере здравоохранения, а также к совершенствованию существующих технологических процессов получения изделий с выполнением обязательных требований по экологической чистоте, мало- и безотходности производства или возможности утилизации отходов. Перспективным направлением развития методов полимерных композитов является комплексное использование модернизированного оборудования, позволяющее в одной технологической цепочке получать заданную форму, размеры наполнителей, проводить из физико-химическую обработку, включая нанесение аппретов с учетом природы будущей матрицы, совмещать в твердом состоянии исходные компоненты или готовить вязкотекучие или пластические массы, позволяющие на финишной стадии обеспечивать требуемые условия формования изделий или сохранении заданных функциональных свойств исходных материалов в деталях и узлах повышенной надежности и долговечности для современной и перспективной техники, а в медицине наряду с традиционными формами применения полимерных материалов в виде шприцов, рентгеноконтрастных хирургических инструментов, контейнеров различного назначения, катетеров появляются новые направления полимерных материалов, в том числе на основе поликарбоната, например, создание диализных мембранных фильтров, носителей датчиков непрерывного мониторинга состава крови, микроустройств дозировки и подачи лекарственных средств в организм человека, ампулок высокого давления и ингаляторов для лечения астмы.

Научно и практически значимыми являются результаты исследования токсикологии композитов на основе поликарбоната, выполненные

техническими средствами и подтвержденные испытаниями на живых организмах.

Оценка структуры, содержания диссертации и завершенности работы в целом

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, общих выводов и двух Приложений в виде Актов апробации результатов работы. Наибольшую научную и практическую значимость имеет четвертая глава, которая детально рассматривает сложный вопрос технологии создания наполненных полимерных материалов (композитов), содержащая пять разделов, которые по своему содержанию и объему могут рассматриваться как самостоятельные главы работы. Материал изложен на 135 страницах, включая 36 таблиц, 115 рисунков и список использованной литературы из 183 наименований, включая 33 таблицы, 61 рисунок и списка использованной литературы из 105 наименований.

Замечания по работе

1. При характеристике наполнителей автором не рассмотрено состояние их поверхности, т.к. она может, существенно изменять характер адгезионного взаимодействия фаз в полимерных композитах и как следствие — их физико-технические характеристики.

2. Автором при обсуждении процессов формирования структуры композитов на основе поликарбоната использовал главным образом результаты прямых структурных исследований. По-видимому, было бы целесообразным использовать расчетно-теоретические методы, например, теорию упаковки частиц, в том числе би- и полимодальную, а также перколяции, в которой агрегирование частиц рассматривается как процессы образования кластеров, что позволяет проводить расчеты размеров локальных кластеров и критических концентраций образования непрерывного кластера.

3. Автор использован в обсуждении результатов исследования влияния технологических параметров на структуру и свойства выбранных объектов термин «оптимальные параметры», при этом, не решая задачу нахождения оптимального значения в массиве экспериментов. По-видимому, автору следовало бы использовать термин — «рациональные параметры».

4. Автором не рассмотрены примеры конкретного применения разработанных материалов в медицинских инструментах различного назначения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Актуальность диссертационной работы определяет необходимость ее расширенного внедрения в медицине и на предприятиях различных отраслей, поскольку одним из самых эффективных путей повышения качества и снижения себестоимости продукции является повышение эксплуатационных свойств технической продукции. Представляется, что диссертационная работа В.А. Запорникова открыла интересные перспективы для использования полученных полимерных композиционных материалов в масштабах промышленного применения.

Проведенные комплексные исследования влияния различных параметров смешения и последующих режимов формования материалов, концентрации наполнителей на физико-механические, тепло- и электрофизические, антифрикционные или фрикционные свойства, структуру композитов на основе поликарбоната позволили разработать научно-обоснованные рекомендации по их практическому применению при изготовлении изделий с требуемыми эксплуатационными свойствами.

В зависимости от требования поликарбонаты применяются без наполнения или с наполнением. Результаты проведенных исследований показали, что введением в них специально подобранных наполнителей можно повысить

прочностные и антифрикционные свойства и теплостойкость материалов при их биоинертности и низкой токсичности.

Разработанные автором научно-технологические основы технологий изготовления и модификации дисперснонаполненного поликарбоната и полученных данных по комплексу технических характеристик могут быть использованы в учебных пособиях для подготовки бакалавров, магистров по направлению «Материаловедение и технология материалов» и аспирантов по специальности «Материаловедение (машиностроение)» и «Технология переработки полимеров и композитов», а также на курсах повышения квалификации и переподготовки специалистов технических отраслей народного хозяйства.

Подтверждение публикации основных результатов работы в научных печатных изданиях

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 8 в российских периодических рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен 1 патент РФ на изобретения, 8 статей в журналах и сборниках, 4 тезиса докладов на научных конференциях.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации


Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации и совместно с опубликованными работами в полной мере отражает её содержание.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Запорникова Вячеслава Андреевича «Разработка полимерных материалов на основе поликарбоната для создания медицинских инструментов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики.

Считаем, что представленная к защите работа по своей актуальности, научной новизне, научно-техническому уровню и практической значимости полностью отвечает требованиям п.п 9-14 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов», а её автор, Запорников Вячеслав Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Бухаров Сергей Викторович, доктор технических наук 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)», профессор, профессор кафедры «ТКМ,КиМ», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, +79268740253, bukharovsv@mail.ru


подпись

Подпись Бухарова С.В. удостоверяю
Начальник научно-организационного управления



 Раздолин А.М.