

2022

**17-я Всероссийская научная конференция
«Технологии и материалы для экстремальных условий»**

РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ

17-я Всероссийская научная конференция «Технологии и материалы для экстремальных условий», проведенная 1 ноября 2022 г. в г. Москве, была посвящена рассмотрению состояния научных исследований в России и за рубежом в области разработки технологий и материалов, а также технических устройств на их основе, используемых в экстремальных условиях эксплуатации и применения, а также выявлению возможностей обеспечения их импортозамещения.

В работе конференции приняли участие ведущие ученые и специалисты из научных организаций и учреждений РАН, Минобрнауки России, ведущих научно-производственных предприятий из различных регионов страны (г. Москва, г. Тамбов, г. Уфа, г. Черноголовка, Сергиев Посад, Хотьково Московской обл., г. Сарапул Удмуртской Республики, г. Новочеркасск Ростовской обл.).

На конференции были представлены и обсуждены доклады о результатах фундаментальных, поисковых и прикладных исследований в рамках трех тематических секций:

- полимерные материалы и композиты на их основе;
- инновационные технологии и материалы;
- прикладная фотоника и экологический анализ.

Конференция отмечает, что:

в области полимерных материалов и композитов на их основе:

в настоящее время среди высокотермостойких термопластов наибольшим спросом и темпами роста объемов производства и применения характеризуются полифениленсульфиды (ПФС), производство которых осуществляют более 25 компаний разных стран, а марочный ассортимент материалов на их основе превышает 100 наименований. До 2022 г. производство ПФС в РФ отсутствовало, вследствие чего в производстве отечественной продукции применялись различные композиционные материалы на основе ПФС, закупаемые по импорту в объеме порядка 150-200 тонн в год. Из-за введенных странами Запада санкций, запрещающих транспортные перевозки и оплату в долларах и евро, с марта 2022 г. поставки ПФС практически прекратились, вследствие чего проведение работ по разработке и освоению отечественного производства ПФС и других полимеров, способных по своим технологическим, прочностным и эксплуатационным характеристикам заменить и конкурировать с импортными аналогами, особенно актуально;

представлены результаты исследований термических и технологических характеристик ПФС иностранного производства с отечественным образцом ПФС опытной партии, малотоннажное производство которого освоено в 2022 г.;

достижения химии высокомолекулярных соединений за период с 80-х годов прошлого века по настоящее время показывают, что значительных успехов в этом направлении удалось достичь путем создания ряда поликонденсационных полимеров, сочетающих в своем составе ароматическое ядро и гетероцепные фрагменты. Высокие температуры размягчения, которые обычно лежат в интервале выше 250-350 °С, являются весьма существенным положительным свойством этих соединений, показывая их формоустойчивость в изделиях даже в ненаполненном варианте вплоть

до 200-300 °С и выше. Становится актуальным вопрос стабилизации термостойких полимеров при повышенных температурах переработки, т.е. в интервале 300-400 °С;

в ряду высокотермостойких термопластов заметное место занимают полиарилэфиркетоны (ПАЭК), наибольшее практическое применение среди которых нашел полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) марки Victrex. В настоящее время производство ПЭЭК Victrex и композиционных материалов на его основе осуществляют более 10 компаний с годовым объемом производства более 6 тыс. тонн. Несмотря на широкое распространение ПЭЭК Victrex, исследования в области ПАЭК продолжаются, о чем свидетельствует большой объем литературных данных по синтезу, свойствам и областям их применения. При этом большое внимание уделяется получению высокотехнологичных ПАЭК, способных перерабатываться методом литья под давлением в детали сложной конфигурации. С этой точки зрения перспективными представляются ПАЭК, обладающие хорошими технологическими свойствами и получаемые из доступного исходного сырья, в частности, из дифенилоксида и хлорангидридов тере- и изофталевой кислот. Варьированием мольного соотношения дихлорангидридов можно регулировать температуры стеклования, плавления, степень кристалличности и другие характеристики ПАЭК в широких пределах. Показано, что указанные ПАЭК относятся к частично кристаллическим полимерам и, по сравнению с ПЭЭК Victrex, могут перерабатываться из расплава при более низких температурах (330-340 °С против 360-380 °С), а более высокая температура стеклования (150-195 °С против 143 °С) обеспечивает эксплуатацию при более высоких температурах;

одной из важнейших характеристик, определяемых при изучении термодеструкции и термоокисления полимеров, является энергия активации процесса (E_a), что обусловлено, прежде всего, возможностью оценки скорости процесса в реальных условиях эксплуатации с использованием уравнения Аррениуса или его обобщенных аналогов. Для повышения качества моделирования процесса потери массы предложено использовать новый подход к анализу данных термогравиметрического анализа (ТГА), основанный на обработке не отдельных кинетических кривых, а одновременно всей кинетической информации;

синтезированные теломеры находят применение для создания гидрофобных покрытий различных материалов (ткань, древесина, стеклоткань, высокопористые керамические материалы, энергетические композиты и др.). Проведенные исследования показали, что концевые группы теломеров ТФЭ, содержащие такие элементы как кислород и водород, снижают гидрофобность покрытий, особенно при использовании короткоцепочечных теломеров. В связи с этим особый интерес вызывает синтез теломеров с перфторированными концевыми функциональными звеньями. Для синтеза таких теломеров использованы перфторированные растворители - карбогал (C8F16) и хладон 350 (C7F14). Перфторорганические жидкости некоррозионноактивны и совместимы с большинством конструкционных и уплотнительных материалов;

предел прочности при сдвиге матрицы композиционного материала является одной из важнейших характеристик, от которой зависит степень реализации прочностных свойств волокна в композиционном материале. Непосредственное измерение этой характеристики производится с использованием экспериментальных методов микромеханики композиционных материалов и до сих пор представляет собой сложную, до конца не решенную проблему. На конференции представлена методика определения предела прочности при сдвиге матрицы на границе с волокном,

которая использует экспериментальные данные по прочности комплексной нити, единичного филамента и микропластика. Объектом исследования являлось сополимерное арамидное волокно Русар С производства АО «НПП «Термотекс» и композиция на основе эпоксидной смолы КДА. Полученное значение предела прочности при сдвиге матрицы на границе волокна составило 105,2 МПа;

электропроводящие полимеры находят все большее применение в различных сферах промышленности и широко используются при разработке электронагревателей, антистатических покрытий и материалов для защиты от электромагнитного излучения. В этой связи важное значение имеют исследования, связанные с оценкой структурных и электрофизических свойств полимерных материалов на основе эластомеров и реактопластов (эпоксидная матрица), содержащих многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ). На конференции приведена оценка влияния микроструктурных добавок металлов на электрофизические свойства наномодифицированных эластомеров, а также влияние концентрации МУНТ на электропроводность эпоксидной смолы. Выявлено, что различный тип микроструктурных добавок металлов оказывает влияние на эффект пускового тока. Наилучшее распределение в структуре эластомера соответствовало частицам Ni, а наименьшее частицам Fe, при этом повышение концентрации МУНТ в эпоксидной смоле приводит к снижению уровня поляризации и формированию преимущественно активного электрического сопротивления;

в области инновационных технологий и материалов:

расчетные исследования высокотемпературных процессов, протекающих при сгорании тонких высокотемпературных гальванических элементов (ВГЭ) с легкоплавким электролитным материалом, актуальны как для создания и совершенствования резервных источников тока на основе энергетических конденсированных систем (ЭКС), так и для получения композитов различного назначения методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС);

разрабатываемые АО «Элеконд» алюминиевые полимерные конденсаторы номиналом 16В 1500 мкФ соответствуют нормам, указанным в каталогах для импортных аналогов фирмы Jianghai (Китай), при нормальных условиях и при повышенных температурах;

приведены результаты исследований по определению возможностей создания панорамных ОЭС кругового и секторного обзора, обладающих высоким быстродействием и однородных по полю осматриваемого пространства угловым разрешением. Решены проблемы отображения окружающего пространства на мониторе высокого пространственного разрешения и представления информации в виде, позволяющем осуществлять эффективную одновременную работу во всех секторах обзора с несколькими объектами. Созданы действующие макетные образцы модулей и элементов смотрящей ОЭС кругового обзора и проведены их испытания;

рассмотрены области применения, метрологические возможности и состояние развития методов обработки информационных сигналов в локационной технике. Основное внимание уделено методам обработки простых и сложных сигналов, которые необходимы при решении измерительных задач, связанных с учетом принципов неопределенности. Показаны примеры исследования волновых полей или сложных сигналов в реальном времени при проецировании их пространственного распределения в предметную плоскость оптического анализатора;

рассмотрен алгоритм сопоставления изображений с помощью алгоритма SIFT для проведения анализа полученных изображений. Алгоритм показывает хорошее качество соединения изображений, не искажая итоговое изображение;

цифровая обработка изображений имеет ряд преимуществ в сравнении с аналоговой обработкой, она позволяет применять более широкий спектр алгоритмов к входным данным, также позволяя устранить проблемы, связанные с накоплением шума и искажением информации во время обработки. С появлением быстрых компьютеров и возрастанием вычислительной мощности цифровая обработка изображений стала наиболее распространенным, универсальным и дешевым методом обработки изображений;

эффективное применение современного вооружения неотъемлемо связано с измерением точных координат местоположения цели и дальности до нее. Импульсный лазерный дальномер должен справляться с поставленными задачами в быстроизменяющейся фоноцелевой обстановке и обладать высокой точностью измерений. Это возможно благодаря использованию в качестве источника излучения наносекундного лазера и высокочувствительного лавинного фотодиода в качестве фотоприемного устройства. Реализованы энергетический и точностной расчеты для приемного канала импульсного лазерного дальномера, способного проводить точные измерения до цели на большой дальности. В ходе проведенного энергетического расчета были определены основные габаритные параметры объектива приемной системы лазерного дальномера: диаметр входного зрачка объектива и его фокусное расстояние. А точностной расчет показал, что данный дальномер способен производить измерения с максимальной дальностью до 20 м и точностью примерно 1 м;

в области прикладной фотоники и экологического анализа:

полиуретановые матрицы могут представлять большой интерес для создания фотохромных материалов различного назначения;

высокая эффективность окрашивания позволяет рекомендовать электрохромные пленки WO_3 в различных оптических приложениях, в частности в качестве светофильтров и «умного» стекла;

результаты тематической обработки показали потенциальную возможность использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), получаемых спутниковым СВЧ-радиометром, для диагностики аварий на объектах ядерного цикла (ОЯЦ). Целесообразно комплексировать методы, основанные на различных физических принципах, для повышения эффективности спутникового мониторинга экстремальных ситуаций в окружающей среде;

использование мобильных малогабаритных установок плазменной переработки отходов (ММУППО) вместе с плавучей атомной электростанцией (ПАЭС) позволит обеспечить постоянную выходную мощность ПАЭС за счет компенсации падения выходной мощности внешними потребителями электроэнергии;

использование комплекса высокотемпературного плазменного конвертера (ВТПК) для переработки отходов производства и потребления с добавлением стадий коротко цикловой адсорбции (КЦА), углекислотного риформинга (УКР) метана и паровой конверсии CO (ПКСО) и объединение этих стадий в единое целое позволит значительно снизить затраты на производство водорода по сравнению с процессами электролиза воды, плазменного пиролиза метана и парового риформинга метана (последний считается наиболее дешевым промышленным методом получения водорода) и позволит осуществить практически полную переработку пирогаза.

Важным моментом в работе конференции следует отметить то, что часть из рассматриваемых докладов и обсуждений в прениях была направлена на решение научно-технических задач, высказанных на конференции сотрудниками предприятий и научных организаций (Центр фотохимии ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, МЦАИ РАН, Институт проблем химической физики РАН, ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК», Уфимский Институт химии РАН, ФИЦ химической физики РАН, АО НПП «Термотекс», Тамбовский государственный технический университет, ФНПЦ «Научно-исследовательский институт прикладной химии», АО «ЭЛЕКОНД», Московский научно-исследовательский телевизионный институт, РТУ МИРЭА и др.).

По отдельным из затронутых проблем участниками конференции были предложены пути их решения.

Участники конференции отметили высокую эффективность проведенной конференции в связи с участием в ней представителей потенциальных заказчиков и промышленности.

Конференция рекомендует:

1. Научным организациям, принявшим участие в конференции, продолжить активно проводить фундаментальные и поисковые исследования в области технологий и материалов для экстремальных условий, учитывая их особую значимость для отечественной промышленности, в том числе оборонной.

2. МЦАИ РАН довести до возможных потребителей (Минобороны России, Минпромторг России, научные организации и промышленные предприятия) информацию о результатах работы конференции и организовать двусторонние встречи представителей заказчиков и разработчиков технологий и материалов для экстремальных условий с целью практической реализации имеющегося научно-технического задела постановкой прикладных НИОКР и их включением в действующие ГП и ФЦП.

3. МЦАИ РАН при формировании предложений по постановке новых НИОКР и уточнении направлений исследований по уже проведенным работам учесть имеющийся научно-технический задел, о котором говорилось в докладах участников конференции, и наметившуюся кооперацию организаций-исполнителей.

4. Следующую конференцию «Технологии и материалы для экстремальных условий» посвятить обсуждению вопросов практической реализации результатов фундаментальных и поисковых исследований по тематике конференции и провести ее в 2023 году.

Решение принято единогласно.