

2024

**XIX Всероссийская научная конференция
«Технологии и материалы для экстремальных условий»**

РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ

XIX Всероссийская научная конференция «Технологии и материалы для экстремальных условий» проведена 03 декабря 2024 г. в г. Москве и посвящена 300-летию Российской академии наук. Целью конференции являлось рассмотрение 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 выявление возможностей обеспечения их импортозамещения.

Конференция была организована МЦАИ РАН при научно-методической поддержке Минобрнауки России и Российской академии наук.

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. Казань, г. Тамбов, г. Чебоксары, г. Ижевск, г. Ростов-на-Дону, гг. Черноголовка, Сергиев Посад, Хотьково Московской обл.).

Всего в конференции участвовало 46 ученых и специалистов.

На конференции были представлены и обсуждены доклады о результатах научных исследований в рамках двух тематических секций:

- полимерные материалы и композиты на их основе;
- инновационные технологии и разработки.

Всего на конференции был заслушан 21 доклад (в том числе 2 пленарных и 19 устных).

Представленные на конференции доклады в достаточной степени отражают современное состояние исследований в области разработки технологий и материалов для экстремальных условий.

Конференция отмечает, что:

в области полимерных материалов и композитов на их основе:

– представлены результаты исследований свойств композиционных материалов на основе полифениленсульфида и полиэфирэфиркетона, наполненных стекло- и углеродным волокном. Показано, что исследованные ПКМ имеют практически одинаковый уровень исходных прочностных характеристик, а при повышенных температурах закономерности снижения их свойств носят одинаковый характер и равнозначны как по фактическим значениям, так и их снижению в процентном выражении;

– методом динамического термогравиметрического анализа изучена кинетика деструкции сополимера бисфенола А и фенолфталеина с 4,4'-дифторбензофеноном и индивидуальных полимеров при температурах вплоть до 1150 К и скорости нагрева от 1 до 20 К/мин. Показано, что кинетика потери массы включает три независимые невзаимодействующие стадии, причем первая из них связана с преимущественным превращением звеньев, образованным из фенолфталеина, что подтверждается данными о температурах, при которых достигаются небольшие (2-5%) степени конверсии, а вторая - звеньев, получающихся из бисфенола А. Предложена

кинетическая модель деструкции сополимера, включающая параллельное протекание процессов с участием каждого из звеньев и/или продуктов их превращения в соответствии с закономерностями, характерными для индивидуальных полимеров;

– представлены результаты исследований по влиянию типа и количества вводимого углеродного наполнителя на физико-механические и электрофизические характеристики стеклонеполненных композиционных материалов на основе полифениленсульфида. Выявлена зависимость электрофизических свойств углеродсодержащих композиций полифениленсульфида от технологии переработки и показана возможность получения композиционных материалов на основе полифениленсульфида, обладающих электропроводящими свойствами;

– представлены результаты исследования свойств термостойких газодержащих полимерных комбинированных материалов для применения их в воздухоплавательной технике. Выбран оптимальный спектр имеющихся в настоящее время полимерных плёнок, высокомолекулярных тканей и адгезивов для дальнейших исследований с целью достижения требуемых основных прочностных и эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов в конструкциях для воздухоплавательной техники. Представлены результаты исследования газопроницаемости по гелию полимерных плёнок различного химического строения, даны результаты испытаний прочностных и эксплуатационных параметров исследуемых материалов;

– представлены результаты фундаментальных исследований структурной организации гетерогенных фибриллярных матриц на основе поли-3-гидроксибутирата, содержащих FeCl_3 ТФП. Установлена определяющая роль полярности растворимого низкомолекулярного вещества на формирование надмолекулярной структуры волокон ПГБ. Сделан вывод о том, что межмолекулярное взаимодействие приводит к совершенствованию кристаллической структуры ПГБ. Введение в ПГБ волокна металлокомплексов тетрафенилпорфирина приводит к существенному изменению геометрии и морфологии полимерных волокон. Рассмотренные в исследовании полимерные волокнистые материалы могут быть успешно использованы для создания антисептических матриц, бинтов, повязок и одноразовых масок для защиты органов дыхания;

– исследован пористый композиционный материал на основе кордиерита. Для получения композитов использовались смеси гранул спеченного кордиерита и кордиерита, модифицированного смесью оксидов $\text{ZrO}_2/\text{CeO}_2$. Образцы имели высокую механическую прочность (прочность на сжатие 100 МПа) и термостойкость (до 1000 °С). Использование двух материалов близких по составу, но с разными термическими свойствами позволяет получать широкий спектр проницаемых материалов с различным распределением пор по размерам (от 2 мкм до 100 мкм) и объему. Полученный в работе композит может быть использован для изготовления либо основы газовых сенсоров, либо проницаемых защитных чехлов чувствительных элементов анализаторов;

– приведены данные исследований о влиянии гамма-излучения ^{60}Co на гидрофобные свойства и молекулярную структуру фторсодержащих покрытий на алюмоборосиликатной стеклоткани, полученных из растворов теломеров ТФЭ. Анализ проведенных ИК и КР-спектроскопических исследований показал, что под действием излучения в присутствии кислорода воздуха происходит отрыв концевых групп теломеров, состоящих из фрагментов молекул телогенов, в которых проводился синтез. Помимо этого, происходит образование COOH -концевых групп, приводящее к

ухудшению гидрофобности образцов. Проведено сравнение радиационной стойкости индивидуальных теломеров ТФЭ и покрытий на их основе с промышленным ПТФЭ (тефлон);

– исследованы вопросы практического применения сканирующей электронной микроскопии и ИК-Фурье спектроскопии для изучения капсулированных полимерных материалов с заданным комплексом свойств. Использование установки ионной резки SEMPrep2 впервые позволило получить точные прецизионные срезы и изучить внутреннюю структуру полимерных волокон и мембран, окрашенных методом крейзинга, а также особенности размещения пигментов в виде микрокристаллов и капсул в крейзованных материалах;

в области инновационных технологий и разработок:

– рассмотрены основные особенности взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом на примере фемтосекундных лазеров. Приведены новые эффекты, возникающие при таком взаимодействии, и перспективы практического применения суперинтенсивных лазерных импульсов. Рассмотрены недостатки существующих средств защиты оптико-электронных систем (ОЭС) наблюдения от возможного попадания лазерного излучения и пути создания новых микромеханических светоклапанных затворов с наносекундным быстро, исследованы возможности создания светоклапанного устройства защиты и варианты его конструкции;

– исследованы различные аспекты применения различных свойств лазерного излучения – малой расходимости, когерентности, монохроматичности и поляризации. Особое внимание уделено учету свойств поляризации излучения при лазерной обработке материалов. Результаты работы могут быть использованы при проектировании лазерных комплексов прецизионной обработки материалов микроэлектроники;

– исследованы некоторые возможности динамического управления поворотом плоскости поляризации лазерного излучения. Описаны теоретические аспекты зависимости коэффициента поглощения материалов от поляризации излучения. Рассмотрены два варианта динамического управления поворотом плоскости поляризации мощного лазерного излучения для использования в лазерных технологических установках при обработке материалов, в частности, при лазерной резке. Полученные результаты наглядно подтверждают зависимость скорости резки материалов от направления плоскости поляризации относительно направления движения лазерного луча. Результаты работы могут быть использованы при проектировании лазерных комплексов прецизионной обработки материалов микроэлектроники;

– представлены результаты разработки полимерных электролитов для литиевых источников тока с широким окном рабочих температур. В работе для сольватирования катионов лития в конкурентной среде были использованы такие органические растворители, как диоксолан (ДОЛ), диглим, тетраглим и, для сравнения, этиленкарбонат (ЭК). Показано, что состав на основе ПЭГДА, EMIBF₄ с введением сольватов Li⁺(диглим)₂ является перспективным для создания литиевых аккумуляторов;

– отмечено, что в нашей стране всё шире находит практическое применение новый класс миниатюрных необслуживаемых источников тока, представляющих собой батареи высокотемпературных гальванических элементов (ВГЭ), электроды которых выполнены из энергетических конденсированных систем (ЭКС), что

обеспечивает возможность их применения в экстремальных условиях, термодинамическую устойчивость электрохимических систем, практически неограниченную сохраняемость без технического обслуживания (подтверждённый гарантийный срок при ± 60 °С не менее 30 лет);

– представлены результаты создания технологии керамических, объёмночувствительных пьезоматериалов, способных сохранять высокие значения объёмных пьезопараметров при температурах ≥ 200 °С. Показано, что рост мольной доли PbZnOF_2 в системе способствует увеличению как относительной диэлектрической проницаемости полученных образцов керамических пьезоматериалов ($\epsilon_{T33}/\epsilon_0$), так и значений продольного пьезомодуля (d_{33});

– отмечено, что использование различных типов пьезокомпозитов позволяет, значительно, расширить номенклатуру объёмно-чувствительных пьезопреобразователей, непосредственно, реагирующих (в различных средах) на изменение интенсивности звукового давления. Предложена технология изготовления пьезокомпозитов типа 3-3 и 3-0 (сегнетофаза-воздух), исключая применение традиционных порообразователей. Эта технология базируется на использовании в качестве прекурсоров синтеза базовых сегнетофаз полимерных гидроксидов р- и d-элементов, что, в свою очередь, способствует решению проблемы оптимизации характеристик многих дефицитных типов пьезопреобразователей, непосредственно трансформирующих изотропное изменяющееся давление в электрический сигнал пригодный для дальнейшей обработки и анализа;

– представлены структурно-морфологические характеристики многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) с металлизацией поверхности, которые используются в качестве электропроводящей добавки в эластомере. Определены значения сдвига КР, синтезированных МУНТ и степень дефектности поверхности, которые оценивали с помощью отношения D/G. Проведено исследование количественного влияния добавки МУНТ на нагрев композита при протекании через него электрического тока;

– отмечено, что электрохромные устройства на основе тонких плёнок WO_3 с управляемой оптической плотностью, имеют широкое применение в различных приложениях: «умное» окно, электрохромный дисплей, интеллектуальная тонировка, зеркалка заднего и бокового вида автомобиля и т. д. Однако сложность технологии получения, которая определяет стоимость электрохромных плёнок WO_3 , всё ещё ограничивает их повсеместное внедрение. Даны рекомендации по разработке новых технологий нанесения электрохромных покрытий или светозащитной интеллектуальной тонировки для светопропускающих материалов.

Значительная часть из представленных докладов была направлена на решение конкретных научно-технических задач, в том числе в области импортозамещения. По отдельным из затронутых проблем участниками конференции были предложены пути их решения.

Участники конференции отметили высокий научный уровень представленных на конференции докладов и ее эффективность в плане дальнейшей практической реализации полученных результатов.

Участники Конференции, отмечая важность ее проведения на регулярной основе, выразили уверенность, что рекомендации, выработанные по результатам работы Конференции и изложенные в решении, будут содействовать развитию в рассматриваемых областях науки.

Решение и рекомендации Конференции:

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 конференции и организовать двусторонние встречи представителей заказчиков и разработчиков с целью практической их реализации посредством постановки новых НИОКР, в том числе в рамках подпрограммы 6.

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

4. Материалы конференции разместить в одном из научных журналов.

5. Поставленные цели конференции достигнуты. Конференцию следует признать успешной.

6. Целесообразно организовать очередную юбилейную XX конференцию «Технологии и материалы для экстремальных условий» в следующем году.

Решение принято единогласно.

03 декабря 2024 г.