

ИНСТИТУТУ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК – 30 ЛЕТ

Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН) создан в 1984 г. и является одним из ведущих в Сибирском регионе научных учреждений в области материаловедения, разработки и создания новых материалов (включая наноматериалы) и изделий из них. Создание Института явилось одним из важнейших этапов развития томской научной школы физики твердого тела, которая зародилась в 1928 г. в Томском государственном университете на базе Сибирского физико-технического института. Ее основателем был профессор В.Д. Кузнецов, который впоследствии стал первым академиком АН СССР за Уралом.

История Института началась с создания отдела физики твердого тела и материаловедения в Институте оптики атмосферы СО АН СССР в мае 1979 г. Через пять лет на базе этого отдела был организован Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Академии наук СССР, который возглавил член-корреспондент АН СССР В.Е. Панин. В 1985 г. для доведения разработок Института до промышленных образцов и организации их серийного производства при ИФПМ СО АН СССР создан Республиканский инженерно-технический центр, который с 1998 г. стал структурным подразделением Института. В 1994 – 1997 гг. Институт имел статус Государственного научного центра Российской Федерации. С мая 1998 г. в Институте издается научный журнал «Физическая мезомеханика» на русском и английском языках, который по данным учета Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) входит в пятерку ведущих журналов России по направлению «Механика».

Структура ИФПМ СО РАН включает 17 научных лабораторий. В Институте работает 371 сотрудник, в том числе 155 научных работников, из них 46 докторов и 96 кандидатов наук.

В Институте проводятся фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования по основному научному направлению: физическая мезомеханика материалов и нанотехнологии, а также по другим научным направлениям в области естественных и технических наук, в том числе: наноструктурные объемные и наноразмерные материалы, наноструктурированные поверхностные слои, тонкие пленки и покрытия; материалы новых поколений на металлической, керамической и полимерной основах; компьютерное конструирование новых материалов и технологий их получения; научные основы технологий упрочнения и поверхностной обработки материалов; неразрушающие методы контроля; разработка уникального научно-исследовательского, технологического, диагностического оборудования и технологий.

Получены крупные фундаментальные и прикладные научные результаты в различных областях исследований.

Современное материаловедение и нанотехнологии

Обнаружен эффект самоорганизации пластического течения и разрушения на различных структурно-масштабных уровнях в деформируемом твердом теле как нелинейной иерархически организованной системе. Теоретически и экспериментально установлено, что в основе нелинейного поведения деформируемого твердого тела лежит процесс самоорганизации пластического течения посредством структурно-фазовых трансформаций. Это позволило вскрыть многоуровневый ротационный механизм пластической деформации наноструктурированных материалов, который определяет их уникальные релаксационные характеристики.

Продемонстрирована масштабная инвариантность структурных элементов, формирующихся в тонких пленках и многослойных структурах в процессе их синтеза, а также при различных внешних воздействиях, показана определяющая роль интерфейсов в процессах деформации и разрушения тонких пленок. Разработаны научные принципы инженерии многослойных нанокристаллических покрытий с многоуровневой структурой, сформулированы критерии их предразрушения.

Материалы для ядерной энергетики

Для работы в активных зонах инновационных ядерных и термоядерных реакторов разработаны физические основы создания нового класса малоактивируемых ванадиевых сплавов с контролируемыми параметрами наноструктурированной гетерофазной структуры и высокой термической стабильностью. С использованием новых методов технологической (термомеханической и (или) химико-термической) обработки получены рекордные для этого класса материалов значения высоко-температурной прочности при сохранении удовлетворительного запаса пластичности, свидетельствующие о возможности значительного (на 100 – 200 °С) расширения интервала рабочих температур материала в активной зоне реактора.

Совместно с ОАО «Чепецкий механический завод» разработан способ модернизации основного используемого в ядерной энергетике РФ сплава Э110 (Zr – 1 % Nb) путем контролируемого изменения содержания наноразмерных фаз с повышенным содержанием примеси кислорода. В результате этой модернизации решена проблема повышения ресурса работы ТВЭЛов и тепло-выделяющих сборок с трех до пяти лет. Разработанный модернизированный сплав выпускается в промышлен-

ных масштабах. Изделиями из этого сплава комплектуются отечественные реакторы ВВЭР и РБМК, а также реакторы в зарубежных странах, построенные и строящиеся Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом».

Материалы для авиакосмической отрасли

Экспериментально и теоретически обоснованы многоуровневые механизмы деформации и разрушения твердых тел в полях интенсивных внешних воздействий, в основе которых лежит учет локальных структурных трансформаций. Это позволило разработать принципы конструирования многослойных многокомпонентных наноструктурных покрытий, учитывающие реализацию трансляционных и поворотных мод деформации, что обеспечивает кратное повышение ресурса работы изделий различного назначения для авиационной и космической отрасли.

Разработан подход к многоуровневому динамическому моделированию изделий авиакосмической техники, изготовленных с применением новых, в том числе композитных, материалов и их соединений. Подход основан на учете неупругих деформаций, диссипативных, триботехнических и других нелинейных процессов, определяющих поведение ответственных конструкций в экстремальных условиях эксплуатации. Разработаны методики и оборудование контроля качества корпусных и конструкционных элементов космических аппаратов нового поколения.

Материалы для медицины

Синтезированы и исследованы свойства низкоразмерных структур с поверхностным зарядом и высокой локальной напряженностью электрического поля, в том числе обладающих магнитными свойствами. На этой основе созданы принципиально новые антимикробные средства медицинского назначения, не содержащие антибиотиков и антисептиков, что позволило впервые в мире решить проблему резистентности микроорганизмов для поверхностных ран различной этиологии. Показано, что агломераты низкоразмерных структур являются перспективной основой для создания новых противоопухолевых препаратов нетоксического действия и медицинских технологий для лечения злокачественных новообразований.

Для обеспечения высокой биосовместимости и коррозионной стойкости в биологических средах разработаны физические принципы формирования функционализированных наноразмерных слоев на поверхности никелида титана с отсутствием никеля в поверхностной области материала. На этой основе создано новое по-

коление кардиоимплантатов для сердечно-сосудистой хирургии – самораскрывающихся конструкций зонтичного типа (окклюдеров) с барьерными слоями на их поверхности, модифицированными ионно-плазменными методами нанотехнологии поверхности. Решена проблема борьбы с риском возникновения инсульта у больных с мерцательной аритмией сердца.

На основе результатов экспериментальных и теоретических исследований разработаны научные подходы формирования мультимодальных поровых структур, воспроизводящих пространственную архитектуру неорганического костного матрикса и обеспечивающих большую псевдоупругую деформацию за счет микромеханической неустойчивости наноразмерных структурных элементов в остеозамещающих керамиках. Создан класс новых остеооконвергентных керамических материалов с биомеханической совместимостью, превосходящей совместимость существующих аналогов.

Геодинамика

На основе результатов физического моделирования обоснован механизм, обеспечивающий резкое возрастание деформационной и сейсмической активности на поздних этапах подготовки крупного землетрясения и последующее кратковременное затишье непосредственно перед ним. Подобный характер развития неустойчивостей деформационного процесса свидетельствует о приближении системы к критическому состоянию. Полученные результаты могут быть использованы при оценке возможности реализации крупных сейсмических событий. На основе компьютерного моделирования получены результаты, позволяющие объяснить важные особенности сейсмических проявлений землетрясений, реализующихся в режиме «сверхзвукового» роста разрыва в земной коре.

Коллектив ИФПМ СО РАН развивает и поддерживает тесные научные связи со многими российскими и зарубежными научными центрами и университетами. Институт является головной организацией технологической платформы РФ «Медицина будущего» по направлению «Многокомпонентные биокомпозиционные материалы», а также одним из учредителей российских технологических платформ «Легкие и надежные конструкции», «Национальная информационная спутниковая система», «Материалы и технологии металлургии».

Редакционная коллегия журнала желает коллективу Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук покорения новых вершин в научной и инновационной деятельности, неиссякаемого вдохновения, успехов и отличного настроения!