

Механика — это сплав математики
со здравым смыслом

М.Т. Нужин



Пермский
государственный
национальный
исследовательский
университет

Механико-математический
факультет

Кафедра механики
сплошных сред
и вычислительных
технологий

История кафедры



В 1969 году от кафедры механики отделилась кафедра теории упругости, которая до 1977 года существовала на общественных началах. Основателем кафедры стал Н.Ф. Лебедев, который руководил ее работой в эти годы. Основными научными направлениями кафедры были исследования динамики деформируемых механических систем (Н.Ф. Лебедев, В.Н. Норин, Б.Л. Гиршик) и оптические методы исследования напряженного состояния элементов конструкций (А.Н. Верещагин, В.М. Пикалева). При кафедре работали три исследовательские лаборатории: сопротивления материалов, оптических методов исследования напряжений, колебаний и устойчивости деформируемых систем.



Второй корпус университета, в котором расположена кафедра

Название кафедры несколько раз менялось:

- теория упругости (1969–1977),
- механика твердого деформируемого тела (1977–1996),
- механика сплошных сред (1996–2004),
- механика сплошных сред и вычислительных технологий (с 2004 года и по настоящее время).

С первых дней своего существования кафедра взяла направление на подготовку механиков-исследователей. Выпускники кафедры – сегодня это бакалавры и магистры, получают фундаментальную подготовку в области математики, механики, информатики и с младших курсов привлекаются к реальным научным исследованиям, что дает им в дальнейшем возможность эффективно работать как в конструкторских бюро высокотехнологичных производственных предприятий, так и в исследовательских институтах.

Первостепенное значение придается изучению математики, поскольку она определяет качество механика-исследователя, а значит будущую успешность в профессиональной карьере.

История кафедры



*Д.т.н., профессор
Николай Фролович
Лебедев*

Николай Фролович Лебедев родился в семье учителя в 1920 году. С 1937 по 1942 год учился на механико-математическом факультете МГУ по специальности «Механика». В первые же дни Великой Отечественной войны Н.Ф. Лебедев подал заявление в военкомат с просьбой отправить его добровольцем и в августе 1942 года был направлен на фронт. Всю войну он находился на передовой. Участвовал в битве под Харьковом, обороне Севастополя, освобождении Польши, войне с Японией. Был награжден самыми почетными солдатскими боевыми наградами — медалями «За боевые заслуги» и «За отвагу». В 1947 году он возвратился в Москву и восстановился на четвертом курсе мехмата МГУ.

С 1960 года Н.Ф. Лебедев начал работу в Пермском университете на кафедре механики, а в 1969-м выступил с инициативой создания кафедры теории упругости. Н.Ф. Лебедев увлеченно занимался научной работой, решил множество практических задач механики. Итогом многолетних исследований и тесного сотрудничества с ВНИИ буровой техники стали глубокие научные результаты, отраженные в монографии «Динамика гидравлических забойных двигателей», докторской диссертации, одиннадцати кандидатских диссертациях его аспирантов, а также уникальные забойные двигатели. Н.Ф. Лебедев исходил из убеждения, что имеет смысл заниматься лишь теми проблемами, которые вытекают из практики, что привело его к сотрудничеству с различными предприятиями по научно-практическим темам: заводом имени Дзержинского (Пермь), заводом имени Ленина (Пермь), производственным объединением «Турбобур» (Кунгур), специальным конструкторско-технологическим бюро погружных электродвигателей (Харьков), Волжским трубным заводом (Волжск) и другими.

История кафедры



*Д.т.н., профессор
Габдулла Касимович
Ибраев*

В 1977 году кафедра была открыта официально и получила новое название: «кафедра механики твердого деформируемого тела». Возглавил ее профессор Габдулла Касимович Ибраев. Он говорил: «Я – счастливый человек. Я живу в мире науки, занимаюсь творчеством». Г.К. Ибраев расширил научную тематику кафедры исследованиями по теории нелинейных оболочек и механике композитных материалов (В.М. Пестренин, А.И. Севрук, Т.В. Норина). Эти направления были также востребованы на предприятиях Пермского края. Появились лаборатория оболочек из композитных материалов и центрифуга. Велась хозяйственная работа со многими ведущими предприятиями, конструкторскими бюро и научно-исследовательскими институтами Перми.



*Д.т.н., профессор
Юрий Алексеевич
Дубравин*

С 1989 г. кафедрой заведовал профессор Юрий Алексеевич Дубравин. Под его руководством велось исследование в области газо- и гидродинамики, что также было востребовано предприятиями Перми и области. Кафедра стала готовить выпускников по двум направлениям: к направлению «механика деформируемого твердого тела» добавилось направление «механика жидкости и газа». Расширились и углубились связи с академической и отраслевой наукой города Перми: ОАО «Авиадвигатель», КБ «Сатурн» (Пермский филиал), ОАО «Галургия» и другими.

История кафедры



*Академик РАН, д.т.н.
Валерий Павлович
Матвеевко*

В 1995 году был открыт филиал кафедры в Институте механики сплошных сред УрО РАН. К учебному процессу были привлечены ведущие ученые-механики (академик РАН В.П. Матвеевко, профессора А.А. Роговой, И.Н. Шардаков и другие). С этого времени все магистры кафедры проходят через исследовательскую работу на уникальной лабораторной базе института. Многие выпускники кафедры поступают в аспирантуру института. В 2004 году кафедра МСС была объединена с кафедрой прикладной механики и вычислительных технологий. Заведующим был избран академик РАН В.П. Матвеевко.

Валерий Павлович Матвеевко — член Президиума РАН, директор Института механики сплошных сред УрО РАН. Область его научных интересов — механика деформируемого твёрдого тела: теория упругости, теория вязкоупругости, электровязкоупругость, термомеханика материалов при наличии релаксационных и фазовых переходов, аэроупругость, колебания и устойчивость, несимметричная теория упругости, численные методы, оптимизация, инженерные приложения механики деформируемого твердого тела. В.П. Матвеевко является активным участником работ, связанных с постановкой и решением задач механики полимерных и композиционных материалов с учетом химических процессов, протекающих в материалах на стадии их формирования в различные изделия. Результатом этих исследований явилась возможность моделирования термомеханического поведения рассматриваемых материалов от момента жидкой фазы до твердого состояния с оценкой формоизменения конструкций и уровня остаточных напряжений при полимеризации, кристаллизации и стекловании.

История кафедры



Важной частью научных исследований кафедры было осуществление уникальных экспериментов. Примером является моделирование полетных перегрузок в ракетных двигателях твердого топлива. Одна из двух существующих в СССР центрифуг для проведения работ такого направления была создана и использовалась на кафедре в 1975-1983 годы. В основу положен способ моделирования перегрузок, предложенный Н.Ф. Лебедевым и А.Н. Верещагиным. Модель конструкции из эпоксидной смолы погружалась в тяжелую жидкость и находилась под действием массовых сил, возникающих во время центрифугирования. Это позволяло многократно усилить эффект перегрузки массовыми силами. В условиях перегрузки происходило отверждение. Деформации и напряжения в модели замораживались и исследовались методом фотоупругости. В 1980 году эта разработка демонстрировалась на ВДНХ СССР и ее авторы были награждены бронзовыми медалями выставки.

В XXI веке Пермский университет оказался в числе вузов, разработавших лучшие инновационные программы в приоритетном национальном проекте «Образование» (2006-2007 годы). В 2009 году он получил статус Национального исследовательского университета. Кафедра активно участвовала в работе, позволившей университету достичь этих результатов. Финансовая поддержка проектов позволила кафедре:

- приобрести более 10 единиц уникального экспериментального оборудования;
- несколько раз обновить вычислительную технику кафедры, включая приобретение и обновление двух вычислительных кластеров и терминального класса параллельных вычислений;
- приобрести специализированное лицензионное программное обеспечение.

С 2015 года заведующим кафедрой стал д.ф.-м.н., заведующий лабораторией микромеханики структурно-неоднородных сред в ИМСС УРО РАН Александр Львович Свистков.

Кафедра МССиВТ в современном мире



Представление сотрудниками кафедры результатов совместных исследований в области материаловедения на международной выставке в Москве «Химия 2015»

Кафедра МССиВТ готовит специалистов в области механики деформируемого твердого тела и механики жидкости, газа и плазмы. К чтению лекций привлекаются ведущие специалисты из Российской академии наук. Студенты имеют возможность включиться в научные исследования, осуществляемые кафедрой, принимать участие в работе по совместным проектам университета и РАН, а также по международным проектам, выполняемым кафедрой, зарубежными партнерами и РАН.

Для продвижения научных разработок и более полного использования исследовательских возможностей кафедрой МССиВТ созданы два инновационных малых предприятия, совместными учредителями которых стали Пермский университет и Институт механики сплошных сред УрО РАН.

Кафедра МССиВТ в современном мире



Кафедра МССиВТ сотрудничает с зарубежными партнерами, участвует в международных научных мероприятиях.



Ученые ПГНИУ с кафедры МССиВТ обсуждают в Школе физики Университета Сиднея программу совместных исследований по разработке технологии изготовления имплантатов нового поколения

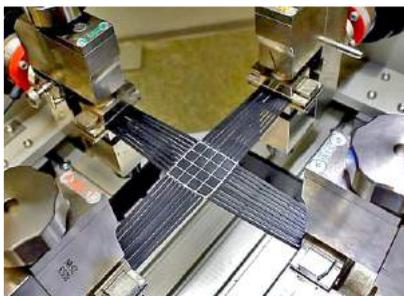


Доклад д.ф.-м.н. Свисткова А.Л. на Европейской конференции по определяющим уравнениям резин в Сан-Себастьяне



Лекция на кафедре МССиВТ доктора естественных наук Марины Грензер (Dr. rer. nat. habil. Marina Grenzer), сотрудницы Института исследования полимеров общества Лейбница г.Дрездена (Institute of Polymer Materials at the Leibniz Institute of Polymer Research Dresden e. V.)

Оборудование кафедры



Исследование механических свойств материала с использованием крестообразного образца

На кафедре имеется современное оборудование для экспериментального изучения механических свойств материалов. Одним из таких приборов является единственный в России стенд для двухосного деформирования эластомерных образцов с произвольными историями движения захватов в широком диапазоне скоростей. Стенд создан по специальному заказу на фирме Zwick.



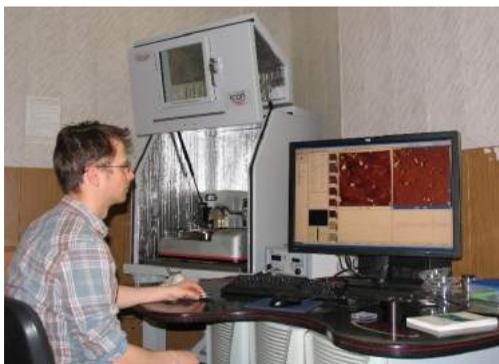
Уникальный стенд для двухосного деформирования эластомерных материалов

Оборудование кафедры



NanoTest — прибор для исследования свойств материалов на микро- уровне

Имеющаяся на кафедре зондовая микроскопия позволяет исследовать структуру и механические свойства материалов на микро- и наноровнях.



Атомно-силовой микроскоп Dimension Icon обладает широким набором специальных режимов исследования свойств материалов на нано- уровне

Оборудование кафедры



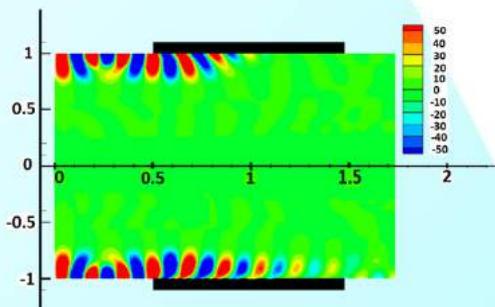
Машина универсальная Z250/Ax5A фирмы «Zwick GmbH & Co. KG» (Германия) для испытаний на растяжение, сжатие, изгиб, кручение и малоцикловую усталость

Труд экспериментатора — это постоянный поиск. Это и решение головоломок: «Как осуществить нестандартные эксперименты, дающие новые фундаментальные знания о свойствам материалов?» Это вечный поиск аргументов в пользу справедливости выдвигаемых гипотез. Это получение информации о процессах, формирующих особенности механического поведения деформируемого вещества. Современное экспериментальное оборудование кафедры позволяет проводить широкий комплекс исследований и искать решения проблем материаловедения.

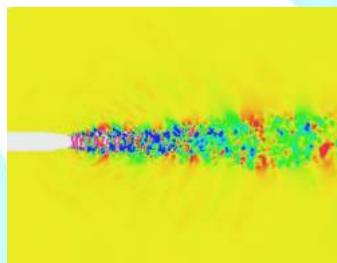
Аэроакустика. Генерация звука при течении газа



Сотрудники и выпускники кафедры занимаются решением проблем, связанных с разработкой новых авиационных двигателей. Важным элементом вычислительного моделирования является создание методов расчета распространения звука в его каналах для выбора наилучших звукопоглощающих конструкций. Новые методы расчета применяются для расчета уровня звука и определения способов его уменьшения при истечении газа из сопла реактивного двигателя и при обтекании вентилятора двигателя. Кроме разработки новых методов расчета требуется создание собственных программ для вычислительного моделирования течений жидкостей и газов.

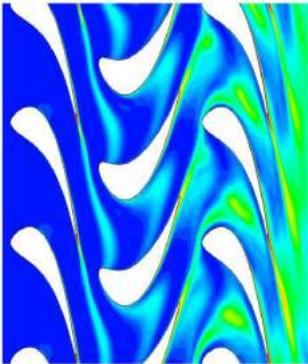


Распространение звука в канале с поглощающими стенками



Генерация звука при истечении из сопла

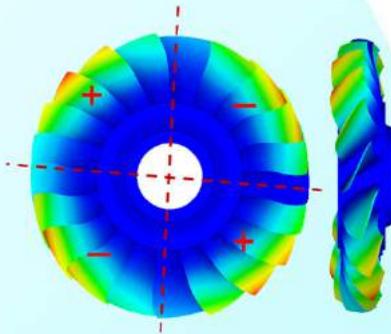
Аэроупругость



*«Следовое» взаимодействие
в проточной части турбины*

Одной из тенденций современной науки является её активное развитие «на стыке» двух и более дисциплин. Примерами актуальных задач подобного рода в области современного турбомашиностроения являются сопряженный теплообмен, вынужденные колебания и флаттер лопаток рабочих колес.

С одной стороны необходимо изучение поведения потока воздуха в межлопаточных каналах (распределения давления, скорости, плотности), а с другой – должны быть получены и проанализированы колебания и напряжения в самих лопатках.



*Колебания лопаток по изгибной
форме с двумя узловыми диаметрами*

Залогом успеха специалиста в области аэроупругости является понимание им в равной степени двух, обычно противопоставляемых, дисциплин: механики газа и механики деформируемого твердого тела.

Лаборатория аэродинамики



На территории ПГНИУ находится единственная в Пермском крае и близлежащих областях дозвуковая аэродинамическая труба.



Студенты могут принимать активное участие в проведении эксперимента на любом этапе: от постановки задачи и планирования эксперимента до изготовления материальной части, проведения измерений и обработки результатов.



SMART-материалы и конструкции



Совместно с Институтом механики сплошных сред УрО РАН проводятся работы по моделированию механического поведения smart-материалов и smart-конструкций.



Smart-материалы или smart-конструкции (интеллектуальные, чувствительные, адаптирующиеся) – системы, которые изменяют свои свойства в зависимости от изменений окружающей среды.



По аналогии с биологическими объектами содержат :

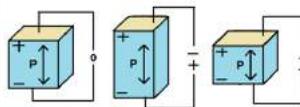
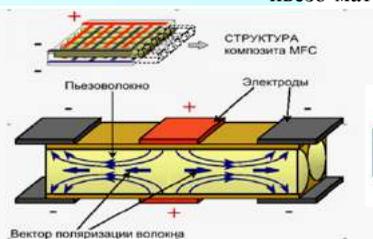
- чувствительные элементы – датчики или сенсоры,
- исполнительные механизмы или актуаторы – мускулатуру,
- устройства обработки данных в реальном режиме времени, действующие как мозг.

Область применения:

- авиа- и космическая техника,
- автомобилестроение,
- высокоточное приборостроение,
- дефектоскопия и мониторинг состояния природных и технических объектов и т.д.



Наиболее широко в качестве чувствительных элементов используются пьезо-материалы.

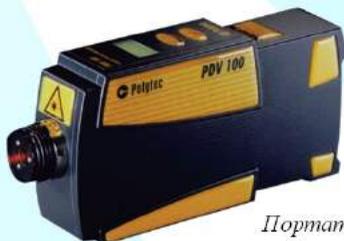


Современные пьезополимеры

Гидроупругая устойчивость тонкостенных конструкций



В ИМСС РАН при участии учёных ПГНИУ и выпускников кафедры МССиВТ проводится оценка вибрационных характеристик и устойчивости деформируемых тел, взаимодействующих с неподвижной или текущей жидкостью.

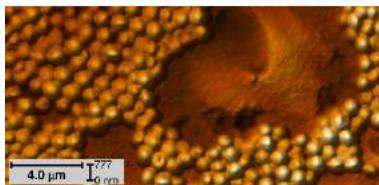


*Портативный цифровой
виброметр, применяемый для
исследования конструкций*

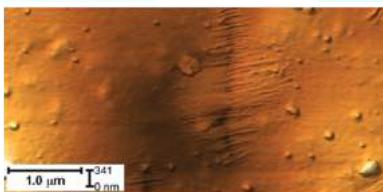


Для решения задач о колебаниях и динамической устойчивости используются высокопроизводительные вычислительные кластеры.

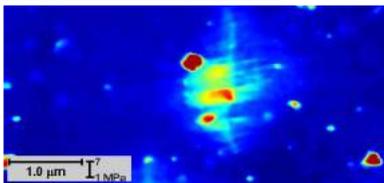
Атомно-силовая микроскопия



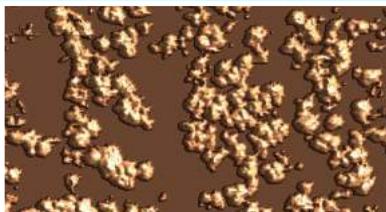
Колония бактерий



*Микротрещина
на поверхности резины*



*Карта жесткости эластомерного
материала с неоднородностью*



*Выделение с помощью специального
алгоритма малые объекты на
неровной поверхности образца*

С помощью атомно-силового микроскопа можно проводить исследование геометрии поверхности практически любых твердых и мягких материалов. Взаимодействие зонда с образцом открывает возможность исследования самых разнообразных свойств поверхности. В частности, изучать:

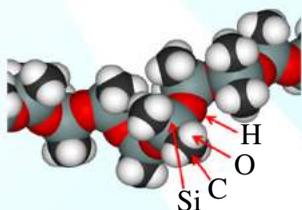
- локальные механические,
- электрические,
- магнитные и другие характеристики.

Возможны исследования

- в обычных комнатных условиях,
- в вакууме,
- в жидкой среде,
- при пониженной или повышенной температуре.

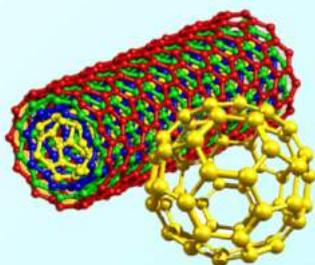
От ученого-исследователя требуется разработка методов анализа экспериментальных данных, владение вычислительной техникой. Часто возникает необходимость создания новых программ, связанных с анализом экспериментальных данных по конкретной проблеме. Работы выполняются сотрудниками кафедры, аспирантами и студентами.

Исследование структуры и свойств полимерных нанокомпозитов



Молекула полидиметилсилоксана – один из удобных объектов для проверки точности математических моделей макромолекул (используется и на кафедре MCCиВТ)

Одним из направлений научной работы, осуществляемой на кафедре MCCиВТ, является исследование свойств и математическое моделирование полимерных материалов от молекулярного до макроскопического уровней. В центре исследований – полимеры с наполнителями, наночастицы которых могут формировать агрегаты и собираться в агломераты, имеющие микронные размеры.



Исследование полимерных материалов с углеродными нанонаполнителями является одним из приоритетных направлений фундаментальной науки в области материаловедения

Многомасштабное моделирование механического поведения материалов является одним из приоритетных направлений механики деформируемых сред.

Исследования осуществляются на стыке наук: механики деформируемой среды, физики полимерных макромолекул, химии высокомолекулярных соединений, вычислительного моделирования.

Исследование структуры и свойств полимерных нанокompозитов



Агрегаты частиц наполнителя



Высокопрочные волокна

Полученная на атомно-силовом микроскопе картина формирования волокнистой структуры в вершине макроразрыва эластомерного нанокompозита

Возможностей современных суперкомпьютеров не хватает для вычислительного моделирования процессов около частиц нанонаполнителей с помощью квантовой механики. На помощь приходит наномеханика, позволяющая воспроизвести на обычных компьютерах процессы, которые происходят на масштабах с характерными размерами в несколько нанометров.

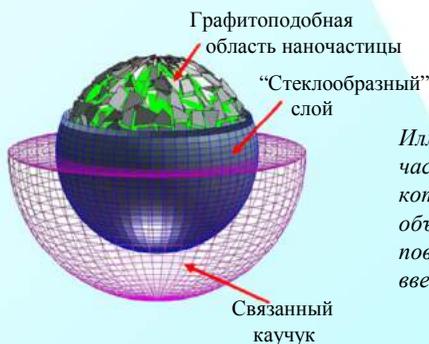
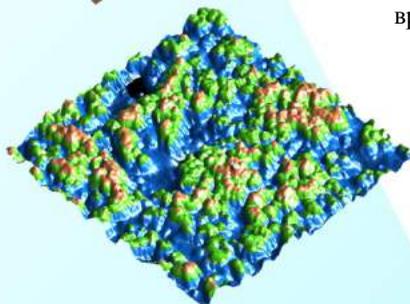


Иллюстрация вероятного строения частицы технического углерода, которая часто используется для объяснения загадки существования повышения прочности материала при введении в него нанонаполнителя

Исследование структуры и свойств полимерных нанокompозитов



Одним из ключевых моментов в построении новых математических моделей материалов является использование термодинамики нелинейных деформируемых сред, учитывающих диссипативные потери при эксплуатации, зависимость механического поведения от истории деформирования (эффекты размягчения, вязкоупругие свойства, появление остаточных деформаций, перестройку структуры материала и рост его поврежденности).

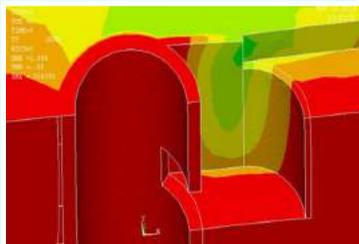
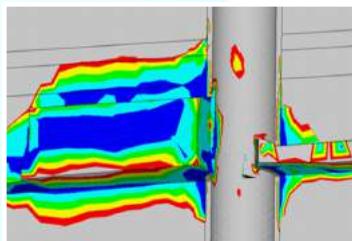
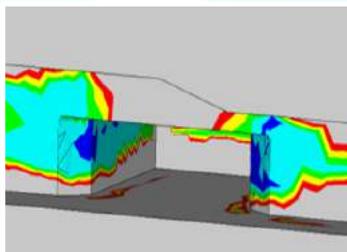


Новые математические модели и методы нужны для обработки экспериментальных данных зондовой микроскопии.



Для понимания особенностей механического поведения наноматериалов используются нестандартные эксперименты и новые методы обработки получаемых данных

Свойства соляных пород в макро-, микро- и нано- диапазоне



Моделирование напряженно-деформированного состояния горной выработки

Сотрудники и выпускники кафедры занимаются исследованиями по моделированию процессов деформирования и разрушения соляных пород. Эти исследования связаны с более сложной проблемой моделирования поведения горных выработок и горнотехнических сооружений в рудниках Верхнекамского месторождения калийных солей.

Создаются новые модели и методы оценки напряженно-деформированного состояния породного массива, которые применяются для расчета безопасных параметров очистных и капитальных выработок, параметров крепи и других конструкций.

Решаются задачи по оценке устойчивости и прочности соляных выработок и различных горнотехнических сооружений в двумерной и трехмерной постановке с учетом собственного веса горных пород.

Свойства соляных пород в макро-, микро- и нано- диапазоне



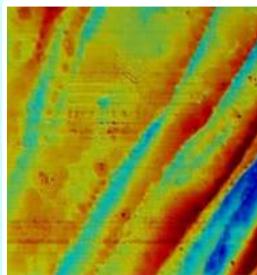
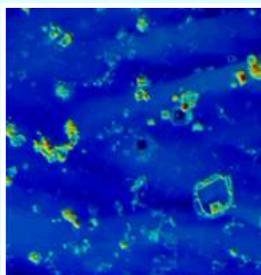
Сильвинит в выработке



*Деформированная крепь
выработки*

Для решения задач геомеханики необходимо знать свойства различных горных пород, которые, находясь под действием высокого горного давления, проявляют упругость, ползучесть и пластичность.

На кафедре проводятся экспериментальные и теоретические исследования свойств горных пород на макроуровне, а также изучение фрактальных и механических свойств поверхности кристаллов соляных пород в микро- и нано-диапазоне.



Нано-фрагменты поверхности кристаллов сильвина и галита

Биосовместимые полимерные имплантаты



Одна из возможных траекторий движения иона и атомов полимерных молекул во время ионно-плазменной обработки поверхности материала, вычисленная с использованием программы SRIM&TRIM

Основная проблема применения искусственных имплантатов в современном мире – достижение полной биосовместимости имплантата при установке его в организм пациента.

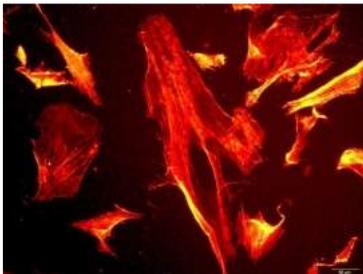


Лабораторная установка ионной имплантации

Для улучшения биосовместимости полимерных материалов применяется ионно-плазменная обработка поверхности.

На кафедре сформирован научный коллектив, участники которого занимаются разработкой и исследованием полимерных материалов, используемых в медицине.

Биосовместимые полимерные имплантаты



Эндотелиальные клетки на поверхности имплантата (поверхность подверглась ионно-плазменной обработке)

В работах, кроме сотрудников кафедры, задействованы специалисты из разных областей науки: химики, биологи, физики, медицинские работники. В рамках научных проектов осуществляются эксперименты с животными в сертифицированном виварии в Перми.



Лабораторная крыса после вживления биосовместимых имплантатов

Проводится исследование взаимодействия живых клеток организма с поверхностью полимерных материалов. Анализируются реакции местных тканей на внедрение имплантатов в животных. Выявляются зависимости влияния свойств поверхности на иммунологические реакции в живом организме.

Технология отверждения надувных конструкций в открытом космосе



Испытание в космосе надувной антенны агентством NASA



Студент кафедры МССиВТ А.А. Дёмин, победитель конкурса «УМНИК» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, рассказывает о проекте «Разработка технологии стратосферного эксперимента по отверждению полимерных композитов». Это часть общего проекта кафедры МССиВТ, направленного на отработку технологии изготовления надувных антенн для наноспутников.

Перспективными для освоения ближнего и дальнего космоса являются надувные конструкции. Агентством NASA запланировано создание надувного модуля для международной космической станции. Проходят испытания надувных антенн, космических гостиниц (компания Bigelow Aerospace), защитных надувных куполов и т.д. Широкое использование в ближайшем будущем наноспутников требует обеспечения с ними надежной связи. С этой задачей успешно могут справиться надувные антенны.

Для увеличения срока службы космических надувных конструкций на кафедре МССиВТ осуществляется разработка технологии отверждения их на космической орбите.

Технология отверждения надувных конструкций в открытом космосе



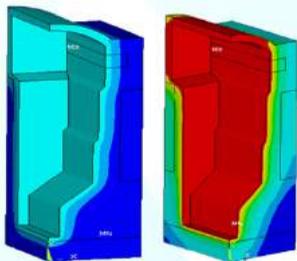
Вид на платформу с нагревательной установкой, управляемой бортовым компьютером

Проводятся эксперименты по изучению отверждения препрега (ткани, пропитанной отверждаемым полимером) в полетных условиях. Время полёта воздушного шара с экспериментальным оборудованием от высоты 15 км до расчётных 34 км составляет 1,2 часа. Спуск на землю осуществляется на парашюте.

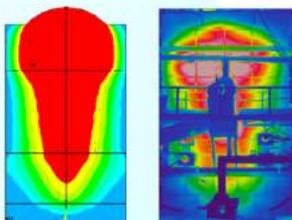
Вычислительное моделирование



Работы студентов кафедры МССиВТ



Прогрев стенок хлоратора до рабочей температуры 1000°С



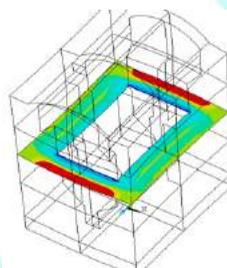
Расчетные температурные поля в стенках металлургической печи хорошо согласуются с инфракрасным «портретом» стенки

Исследовательские работы по этой тематике ведутся преподавателями кафедры совместно со студентами бакалаврами и магистрами. Здесь приведены иллюстрации из выпускной работы А.А. Власовой, выполненной для Соликамского титано-магниевого комбината.

Исследование напряженного состояния металлургической печи по производству редких металлов (хлоратора)

Механики изучают причины возникновения высоких напряжений, возникающих в стенках металлургической печи, предлагают конструктивные изменения для их устранения.

Тепловые процессы, происходящие в печи, определяют напряженное состояние ее стенок, кожуха, свода, окрестностей отверстий для фурм, патрубков, загрузочных устройств и т.п. Высокие напряжения разрушают печь: появляются трещины, сколы.



Опасные напряжения в поперечном сечении отмечены красным цветом

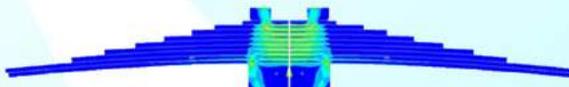
Вычислительное моделирование



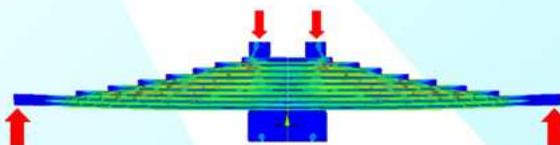
Работы студентов кафедры МССиВТ

Упругие элементы подвески транспортных средств – листовые рессоры – широко применяются в автомобильном и железнодорожном транспорте.

Изучение напряжений в листовых рессорах

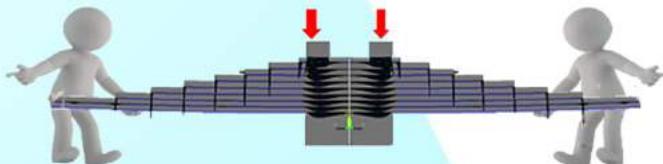


Напряжения в девятилистовой рессоре в транспортном средстве



Напряжения в девятилистовой рессоре под нагрузкой в транспортном средстве

Механик, выполняя исследование напряженного состояния рессоры, решает задачи металлосбережения таких конструкций, а, следовательно, и конкурентоспособности в условиях современного рынка. На рисунках приведены результаты расчетов рессор автомобиля КАМАЗ, полученные студентом Григорием Сероваевым.

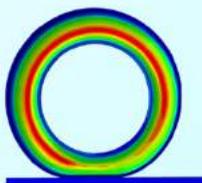
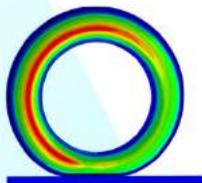
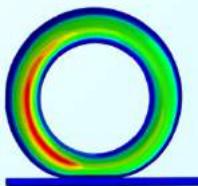
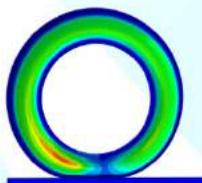


Контактные усилия между листами рессоры под нагрузкой в транспортном средстве

Вычислительное моделирование



Работы студентов кафедры МССиВТ



Изучение эффекта размягчения материала

Автомобильная шина представляет собой сложную конструкцию, для изготовления которой используются композитные материалы, связующим которых являются в свою очередь эластомерные нанокompозиты. Материал проявляет сложное механическое поведение (большие деформации, нелинейные свойства, вязкоупругие эффекты). Одной из интересных особенностей поведения материала является эффект его размягчения, который возникает при резком разгоне и торможении автомобиля и сохраняется после его завершения.

А.С. Соколов начал моделирование эффекта размягчения автомобильной шины будучи студентом ПГНИУ и продолжает его в аспирантуре.

Рост области размягченного материала в условиях разгона автомобиля

Вычислительное моделирование

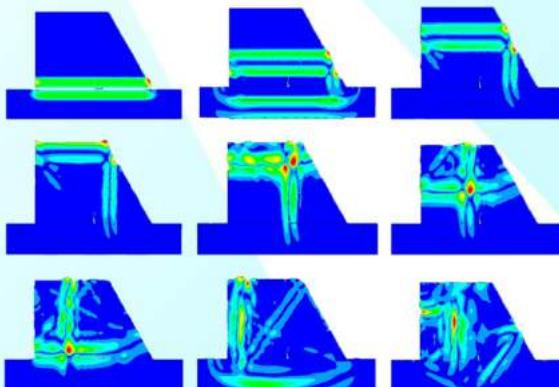


Работы студентов кафедры МССиВТ



Исследование сооружений на сейсмостойкость

Важнейшей вычислительной задачей является исследование строящихся и уже построенных ответственных сооружений на сейсмостойкость.



Вычислительное моделирование распространения волны в модели сооружения

Иллюстрации из дипломной работы студента Д.О. Ошерова, который внедрил новые математические модели в универсальную программную систему конечно-элементного анализа ANSYS. Это позволило исследовать задачу определения сейсмонапряженного состояния сооружения в волновой постановке.

Наши выпускники



Некоторые выпускники после окончания университета продолжают обучение в аспирантуре Пермского университета, горном институте УрО РАН, Институте механики сплошных сред УрО РАН, Санкт-Петербургском политехническом университете. На фотографиях показаны выпускники, в настоящее время продолжающие или уже завершающие работу над кандидатскими диссертациями.

Темы их исследований — конструирование оптоволоконных датчиков; исследование возможности хранения водорода; снижение уровня шума авиадвигателей; изучение вентиляции горных выработок; исследование состояния горного массива вблизи выработок; поведение волоконно-оптических гироскопов; изучение механических свойств эластомерных нанокompозитов с углеродными наполнителями, вычислительное моделирование изделий из эластомерных материалов ...

Кафедра МССиВТ:

тел. 2-396-375,

e-mail:

dcmct@psu.ru,

сайт:

www.cmm-ct.psu.ru

Деканат механико-математического факультета

тел. 2-396-210,

e-mail:

mechmath@psu.ru,

сайт:

www.mmft.psu.ru

Дополнительная информация о кафедрах и факультетах размещена на сайте университета:

www.psu.ru

Кафедра расположена в самом красивом старинном корпусе университета

Ах, как хочется в небо, разбежавшись, ворваться
И услышать команду: "Внимание, взлёт!"
Только нужно у пульта на земле оставаться,
Чтоб мальчишек отправить в полёт ...

Я прошу, не смотри ты спектакли о физиках
И не слушай стихов о поэзии формул изысканных.
Всё равно не понять, не увидеть, не высказать,
Нашей горькой работы - вечного поиска истины.

Из песни на слова
И. Аглицкой и
музыки В. Чернышева

