



В 2008 году ИМАШ РАН возглавил академик Ривнер Фазылович Ганиев, под руководством которого (в соответствии с Постановлением Президиума РАН от 25.11.2008 г. № 603 «О реорганизации Учреждения Российской академии наук Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН»), в период с 2009 по 2013 годы, была проведена масштабная реорганизация Института в целях концентрации и объединения его научного потенциала на решении фундаментальных проблем машиноведения и волновой механики. В результате реорганизации в состав ИМАШ РАН вошёл Научный центр нелинейной волновой механики и технологии РАН (НЦ НВМТ РАН), организованный Р.Ф. Ганиевым в 1995 году как самостоятельное учреждение Российской академии наук, была укрупнена тематика отделов, ликвидирован ряд лабораторий, созданы 3 новых отдела: «Конструкционное материаловедение», «Виброакустика машин», «Теоретическая и прикладная акустика», — нацеленные на решение принципиально новых фундаментальных и прикладных проблем, значительно омоложен исследовательский состав, полностью обновлён кадровый состав вспомогательных подразделений (финансово-экономического отдела, бухгалтерии, отдела кадров, службы главного инженера и т.п.), создано опытное производство.

С 1 декабря 2015 года директором Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН назначен доктор технических наук, доктор философских наук, профессор В.А. Глазунов.

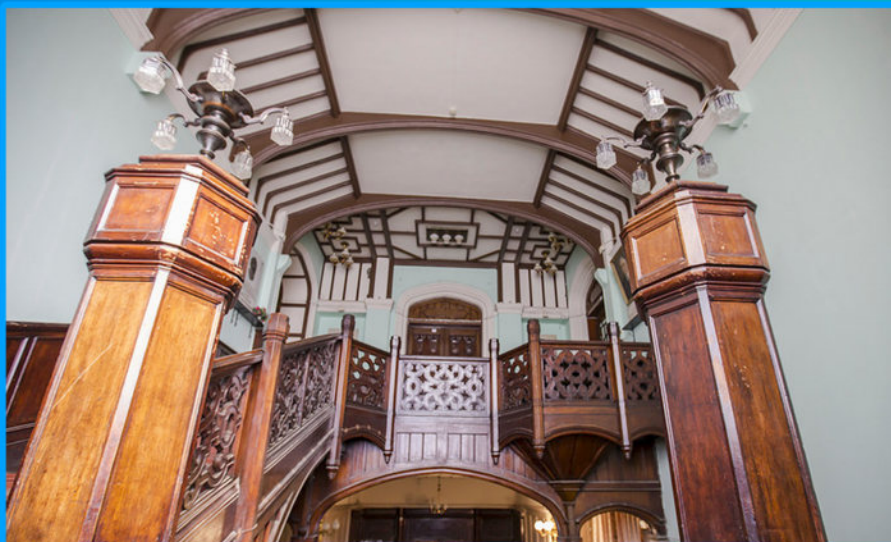
Институт входит в состав Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук.

Основными научными направлениями ИМАШ РАН являются:

- теория машин и механизмов и управление машинами, анализ и синтез машинных, биомеханических, робототехнических и мехатронных комплексов;
- теория безопасности, ресурса, надёжности, живучести, прочности машин и сложных технических систем;
- динамика машин, вибрационные и волновые процессы, виброакустика машин и конструкций;
- проблемы трибологии, повышение износостойкости и снижение энергетических потерь в машинах и оборудовании;
- конструкционное материаловедение, проблемы использования наноматериалов и нанотехнологий для объектов машиностроения;
- научные основы комплексных проблем машиноведения для объектов гражданского и оборонного назначения.
- нелинейная волновая механика многофазных систем, научные основы волновых технологий, волновых машин и аппаратов;
- виброненадежность и бесшумность гидромеханических систем и технических объектов;
- теория машиностроительного производства и новые технологии в машиностроении.

Реализованный комплекс мероприятий позволяет выполнять научные исследования и разработки на высоком мировом уровне.

По итогам проведённой в 2017-2018 годах оценки результативности деятельности научных организаций Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН отнесён к научным организациям I категории (лидерам).



Руководители ИМАШ РАН



Академик
Евгений Алексеевич Чудаков

Основатель и первый директор Института машиноведения (с 1938 г. по 1953 г.) — известный учёный в области машиноведения и автомобильной техники, дважды Лауреат Сталинской премии, вице-президент АН СССР. Евгений Алексеевич многие годы возглавлял различные научные учреждения и многое сделал для становления и развития основных направлений отечественной науки о машинах. Под его руководством в Институте была реализована стратегия опережающего развития машиноведения как основополагающей науки о машинах для решения первоочередных задач отечественного машиностроения гражданского и оборонного назначения.

Руководители ИМАШ РАН



Академик
Анатолий Аркадьевич Благовраов

Директор Института машиноведения с 1954 г. по 1975 г., известный учёный-механик (баллистик), дважды Герой Социалистического Труда, Лауреат Ленинской и Сталинской премий, генерал-лейтенант артиллерии, академик-секретарь Отделения технических наук, председатель Комиссии по исследованиям космического пространства при Президиуме АН СССР. При А.А. Благовраове ИМАШ сохранил направленность фундаментальных исследований и продолжил дальнейшее развитие машиноведения в новых исторических условиях становления атомного и ракетно-космического машиностроения, широкой автоматизации, роботизации и информатизации промышленного производства.

Руководители ИМАШ РАН



Академик
Константин Васильевич Фролов

Герой Социалистического Труда, известный учёный-механик, создатель ряда научных направлений в прикладной механике и машиноведении, получивших широкое признание в России и за рубежом.

Константин Васильевич был вице-президентом АН СССР и Российской академии наук, академиком-секретарем Отделения машиностроения, механики и процессов управления. Более 30 лет (1975—2007 гг.) К.В. Фролов возглавлял Институт машиноведения им. А.А. Благонравова. В эти годы ИМАШ подтвердил высокий потенциал ведущего научного центра машиностроительной промышленности страны, расширил исследования по современным проблемам машиноведения.

Руководители ИМАШ РАН



Академик Ривнер Фазылович Ганиев

Научный руководитель Института машиноведения им. А.А.Благонравова РАН (директор Научного центра нелинейной волновой механики и технологии РАН с 1995 года по 2008 год, директор ИМАШ РАН с 2008 года по 2015 год), заведующий кафедрой Инженерной механики и прикладной математики МГУ им. М.В. Ломоносова — известный учёный в области теории колебаний, прикладной математики, нелинейной механики и машиностроения.

Под руководством академика Р.Ф. Ганиева проведена масштабная реорганизация Института, позволившая сконцентрировать и объединить его научный потенциал на решении фундаментальных проблем машиноведения и волновой механики, выполнены крупные фундаментальные и прикладные исследования в области динамики машин и аппаратов, в том числе авиации, в ракетно-космической технике, теории нелинейных колебаний, волновых и вибрационных процессов.

Академик Р.Ф. Ганиев — создатель новой области механики — нелинейной волновой механики, а также научных основ нового перспективного направления - волнового машиностроения и волновых технологий, предназначенных для интенсификации технологических процессов в различных отраслях промышленности: машиностроении, материаловедении (в частности, получение композитных материалов), нефтегазовой промышленности (бурении, добычи, переработки и транспортировки нефти и газоконденсата), медицинской технике, химических технологиях и др.

Р.Ф. Ганиев автор более 360 научных работ, в том числе 24 монографий, более 150 изобретений и патентов; им подготовлено более 70 кандидатов наук и 30 докторов наук.

Цель - создание фундаментальных научных основ ускоренного развития отечественного машиностроения на базе цифровой технологии, импортозамещения и нелинейной механики, робототехники



Выступление Президента РАН академика В.Е. Фортова на юбилейном Учёном совете в 2013 г.



Открытие международной конференции «Колебания и волны в механических системах»



Вручение ордена академику Р.Ф. Ганиеву

Дирекция ИМАШ РАН



**Д.т.н., д.филол.н, профессор,
Виктор Аркадьевич Глазунов**

Директор Института машиноведения им. А.А.Благонравова РАН с 01.12.2015г., заведующий отделом механики машин и управления машинами, профессор кафедры компьютерных систем автоматизации производства МГТУ им. Баумана, является специалистом в области теории механизмов и машин, управления машинами, кинематики и динамики робототехнических систем, заместителем председателя Российского национального комитета по теории машин и механизмов, членом Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта, членом технического комитета по робототехнике и мехатронике при Международной федерации по машиноведению (IFToMM). Под его руководством разработаны новые схемы механизмов для различных областей техники: испытаний моделей аэрокосмических систем в аэродинамической трубе, сверхточного манипулирования в вакууме, измерительно-диагностических систем роботов, испытательных стендов автомобилей, пространственных вибровозбудителей, лазерной обработки объектов, робототехнических технологических установок, моделирования фрагментов кристаллов, роботизированных хирургических операций, обучающих систем-тренажеров. Опубликовано более 300 научных работ, в том числе 12 монографий, более 75 изобретений и патентов; подготовлено 15 кандидатов наук и 1 доктор наук.

Дирекция ИМАШ РАН



Заместитель директора
по научной работе,
к.ф.-м.н.
**Глеб Сергеевич
Филиппов**



Заместитель директора
по научной работе,
д.т.н., проф.
**Николай Сергеевич
Азиков**



Ученый секретарь,
к.т.н.
**Владимир Федорович
Юдкин**



Начальник отдела кадров -
заместитель директора
по управлению персоналом
**Эдуард Николаевич
Петюков**



Заместитель директора
по общим вопросам
**Иван Дмитриевич
Киреев**



Главный инженер
**Игорь Леонидович
Смирнов**

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ РАН)
(Научный центр нелинейной волновой механики и технологий)
Нелинейная волновая механика и технологии



Академик
Ривнер Фазылович Ганиев
научный руководитель ИМАШ РАН,
директор НЦ НВМТ

Под руководством академика Р.Ф. Ганиева разработана нелинейная волновая механика - новая область механики, являющаяся научной основой прорывных технологий. При этом установлен целый класс волновых явлений и эффектов в условиях нелинейных резонансов.

Эти явления и эффекты положены в основу так называемых волновых технологий, которые проверены как в лабораторных, так и в промышленных условиях.

В настоящее время волновые технологии широко внедряются в различных отраслях промышленности как в России, так и за рубежом.

Они являются российским приоритетом!



Д.т.н., профессор
Леонид Ефимович Украинский
Заместитель директора НЦ НВМТ



Д.т.н., профессор
Юрий Степанович Кузнецов
Заместитель директора НЦ НВМТ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ (НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ)

1. Нелинейная волновая механика и волновые технологии

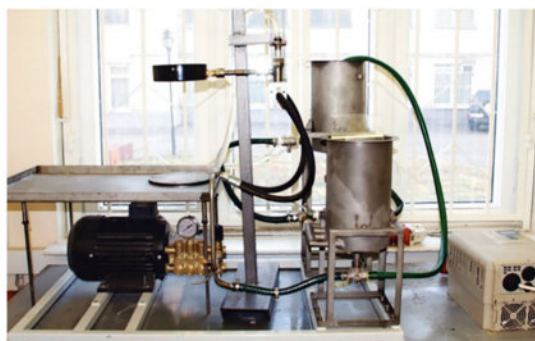
Отправной базовой научной основой является разработанная в ИМАШ РАН нелинейная волновая механика, являющаяся частью приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. В процессе разработки этой новой области нелинейной механики открыт ряд нелинейных волновых и колебательных явлений и эффектов, которые положены в основу наукоёмких перспективных технологий, так называемых волновых технологий, получивших широкое распространение в России и за рубежом.

Далее ставится целью как существенное развитие фундаментальных проблем в области нелинейной волновой механики и волновых технологий, так и постановки и решения новых научных и прикладных проблем на стыке наук (нелинейной механики, химии, физики) - **волновая механохимия**.

2. Нелинейная волноводная микро- и макромеханика пористых сред, в том числе в нефтегазовых пластах

3. Волновая и волноводная микро-гидромеханика

На этой основе выполняются исследования (научные и прикладные) по разработке новых направлений технологических процессов и соответствующих машин, аппаратов и технологических линий (с системой управления и измерительной техникой), опережающих в ряде случаев мировой уровень науки и техники (**волновое машиностроение**).



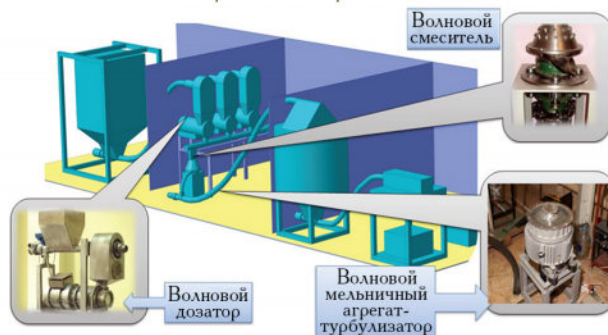
Экспериментальный стенд по исследованию процессов перемешивания в кавитационно-волновых генераторах



Экспериментальный стенд по изучению проблем волнового измельчения сыпучих материалов в вихревых газовых потоках



Гидродинамические генераторы колебаний и волн



Автоматизированная линия по производству сухих многокомпонентных смесей на волновых принципах

ОСНОВЫ ВОЛНОВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Управляемые машины и аппараты электромагнитного принципа действия (типовые узлы)



Установка для волновой обработки вязких и высоковязких сред в порционном режиме



Волновой дозатор сыпучих материалов



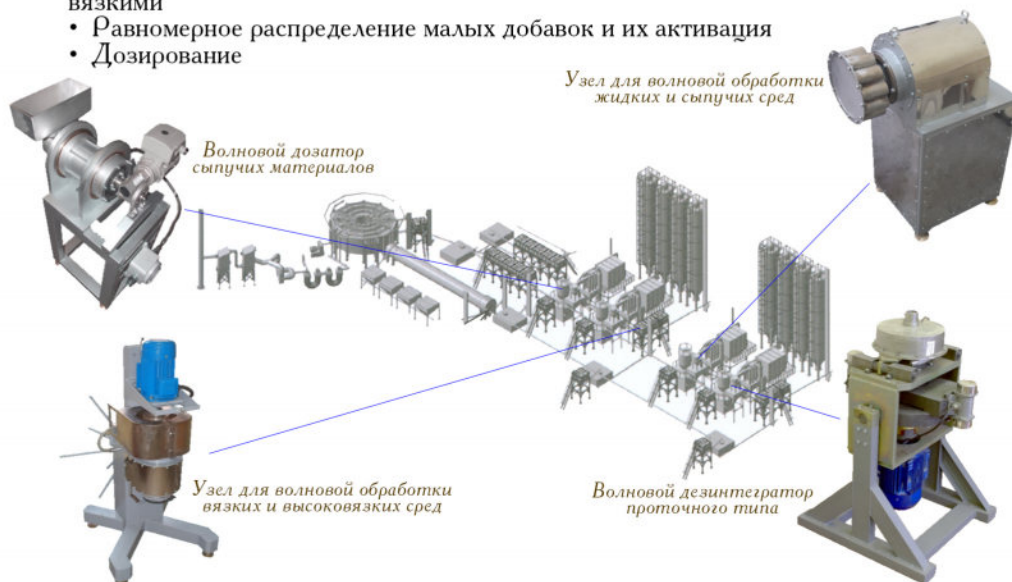
Установка для волновой обработки жидких и сыпучих сред



Роторно-волновой измельчитель сыпучих материалов

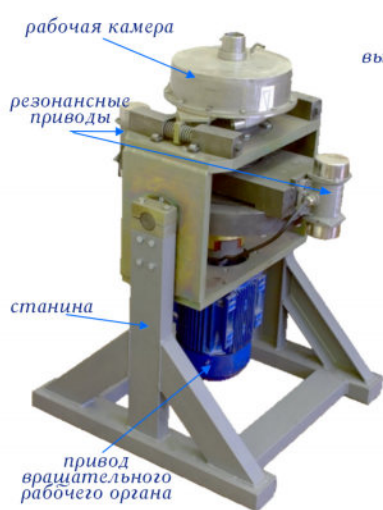
Автоматизированная линия волновой обработки сухих смесей, эмульсий и суспензий

- Тонкое и сверхтонкое измельчение (мкм и нм)
- Механическая активация материала (в том числе тонкодисперсного)
- Идеальное смешение сыпучих материалов с жидкостями, в том числе высоковязкими
- Равномерное распределение малых добавок и их активация
- Дозирование

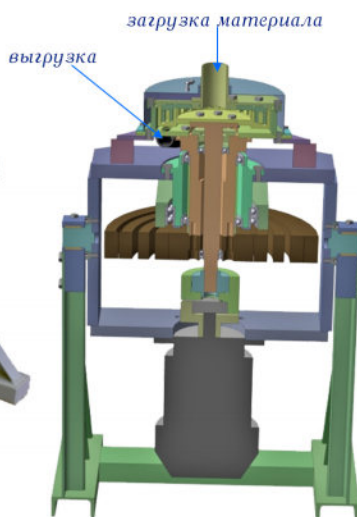


Одна из типовых схем модернизации завода по производству сухих порошкообразных и вязких строительных материалов с применением волновых узлов

Волновые резонансные машины и аппараты, волновые дезинтеграторы (отдельные узлы)



Общий вид



Схема

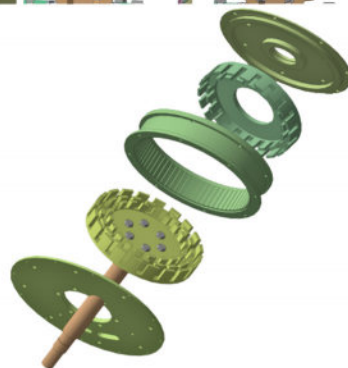


Схема рабочей камеры

Волновой дезинтегратор



Волновой аппарат для смешения высоковязких сред и «мокрого» измельчения различных материалов

Волновой смеситель жидких маловязких сред в порционном режиме



Волновой смеситель-активатор проточного типа для обработки сыпучих материалов

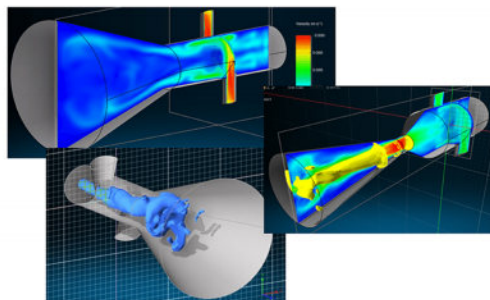
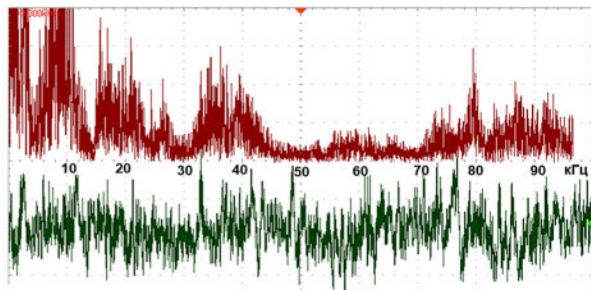
Волновые резонансные машины

Управляемые кавитационно-волновые машины и технологические линии



Технологические линии для кавитационно-волновой обработки жидких сред (тонкое и сверхтонкое измельчение, смешение и диспергирование суспензий и эмульсий)

Движители волновых аппаратов



Общий вид типовых лабораторных управляемых кавитационно-волновых аппаратов и их амплитудно-частотный спектр (ширина спектра до 100 кГц при амплитудах порядка 70 атм.)

Разрабатываются технологические линии для различных отраслей промышленности

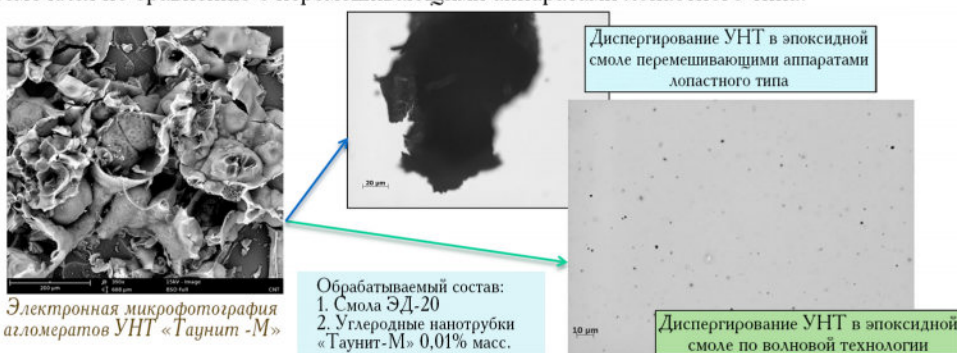
ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ

И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ

Результаты волновой технологии при диспергировании углеродных нанотрубок в эпоксидной смоле ЭД-20 (основа авиационного клея ВК-47) (НИР с ФГУП «ЦАГИ»)

1. По волновой технологии произведено диспергирование 0,01% углеродных нанотрубок (УНТ) в составе клеевой композиции. Данная концентрация обеспечила повышение механических характеристик, сопоставимое с полученной при ультразвуковом диспергировании концентрации 2% УНТ (т.е. в 200 раз большей). При применении волновых технологий потребуется меньшее количество дорогостоящего наноматериала, что важно с экономической точки зрения.

2. Полученные оптические и электронные микрофотографии подтверждают высокое качество волнового диспергирования агломератов, формируемых УНТ в свободном состоянии. Видно, что размер агломератов при волновом диспергировании уменьшается в $\sim 10^3 - 10^4$ раз при равномерном распределении в объёме клея по сравнению с перемешивающими аппаратами лопастного типа.



Разрабатываются волновые аппараты для получения композитных материалов с уникальными свойствами

Волновая технология тонкого измельчения отходов производства

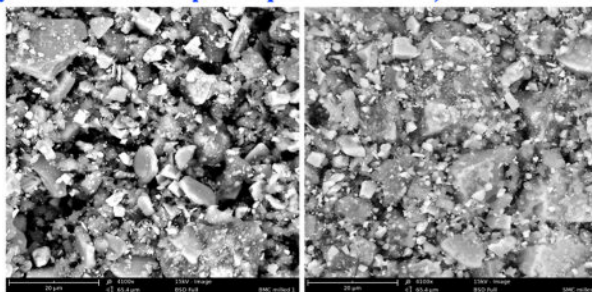
стеклонаполненных прессматериалов

(НИР выполнена по заказу ООО «Татнефть-Пресскомполит»)

- 1 - узел волнового электро-механического генератора колебаний;
- 2 - размольная камера;
- 3 - узел поворота и фиксации;
- 4 - электропривод ротора;
- 5 - осто́в.



Волновой мельничный агрегат РВМ-ПК



Электронные микрофотографии помола ВМС (слева) и СМС (справа)

Не менее 70 масс. % частиц имеет размеры менее 100 мкм, а доля крупных частиц свыше 200 мкм не превышает 2-3 масс. %.

Все полученные образцы прошли испытания на территории ООО «Татнефть- Пресскомполит», по результатам которых отпрессованные образцы ВМС (bulk molding compound) материала с введением в его состав измельчённых волновым способом фракций СМС (sheet moulding compound)/ВМС компаундов показали необходимый качественный уровень.

По результатам НИР предложено проведение ОКР по созданию технологической линии тонкого волнового измельчения стеклонаполненных материалов.

Разработана волновая машина высокой эффективности для получения стеклонаполненных прессматериалов

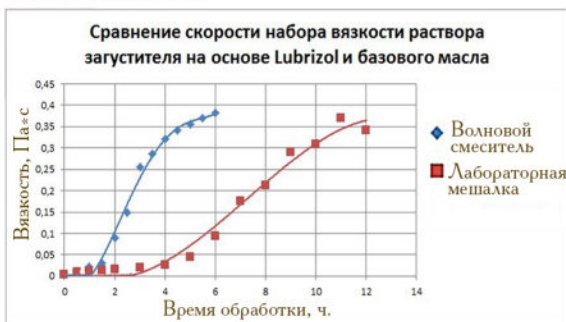
Интенсификация процессов смешения жидких нефтепродуктов и присадок на узлах приготовления моторных масел (совместно с ПАО «Татнефть», АО «Танеко»)

Общий вид установки волнового смешивания объёмом до 1 м³



Экспериментальный стенд проточного типа: 1 - рабочая ёмкость; 2 - волновой смеситель СВ-5; 3 - электродвигатель насоса; 4 - насос; 5 - волновой генератор; 6 - термостат; 7 - управление смесителем; 8 - управление насосом.

На основании проведённых испытаний в промышленной лаборатории было определено, что образцы масла, полученные по волновой технологии, полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к маслу, получаемому промышленным способом.



Экспериментально показано в лабораторных условиях, что волновое перемешивание сокращает время приготовления загущающей присадки примерно в 2-2,5 раза.

Переход на волновую технологию обеспечит существенное сокращение технологического времени, производственных площадей и затрат на обслуживание оборудования.

Разработана высокопроизводительная (4х-кратное увеличение производительности по сравнению с промышленной технологией) полупромышленная линия получения моторных масел.

Результаты НИР по исследованию возможностей волновых технологий с целью снижения вязкости сверхвязкой нефти (СВН) (НИР с ПАО «Татнефть»)



Лабораторный стенд для кавитационно-волновой обработки сверхвязкой нефти

В ходе выполнения задач НИР разработаны различные типы конструкций управляемых кавитационно-волновых аппаратов и перемешивающих устройств, обеспечивающих существенное одновременное снижение вязкости СВН при волновых воздействиях, дополнительный нагрев с высоким КПД транспортируемой нефти и уменьшение количества асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) на стенках трубопроводов и нефтяном оборудовании.

Основные результаты, полученные в лабораторных условиях

- снижение вязкости смеси СВН с карбоновой нефтью порядка 10% по сравнению с традиционными перемешивающими устройствами и дополнительное прямое уменьшение динамической вязкости СВН при волновой обработке до 15%; также имеет место попутный нагрев транспортируемой нефти и уменьшение АСПО

- экономия дорогостоящих добавок за счёт волнового смешивания порядка 10%, дополнительное прямое снижение вязкости СВН до 15% и снижение вязкости за счёт добавок на 50%, этот процесс также сопровождается дополнительным подогревом нефти и уменьшением АСПО на стенках трубопроводов

Эти эффекты указывают на приоритетные направления снижения вязкости СВН. В промышленных условиях, эти эффекты могут быть существенно выше.

Разрабатываются промышленные и полупромышленные установки.

Разработаны технологии увеличения добычи и повышения нефтегазоотдачи пластов, повышения эффективности процессов бурения, которые используются в промышленности. В настоящее время они широко развиваются и внедряются в контакт с нефтяными компаниями России.

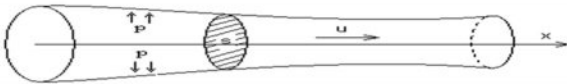
НЕЛИНЕЙНАЯ ВОЛНОВАЯ БИОМЕХАНИКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА. РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

- Разработана математическая модель сердечно-сосудистой системы человека с учётом основ нелинейной волновой биомеханики
- Разработан аппаратно-программный комплекс для исследований формы и скорости распространения пульсовой волны в магистральных артериях

Компьютерное моделирование волновых процессов в системе крупных артерий

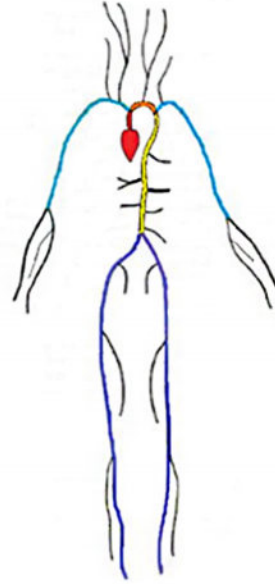
Система уравнений волновой динамики

$$\frac{\partial p}{\partial t} + u \frac{\partial p}{\partial x} + \left(s \frac{\partial p}{\partial s} \right) \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad s = s(p)$$



↙ Моделирование аортального дерева на основе обобщённой модели, включающей восходящую аорту, правую подключичную и плечевую артерии, дугу аорты, левые подключичную и плечевую артерии, аорты грудного и брюшного отделов.

↙ Моделирование волновых процессов на основе полномасштабной модели артериального дерева, включающей 55 крупных кровеносных сосудов.

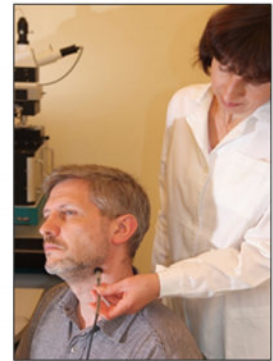


Разработка датчиков

Прибор для пульсодиагностики с волоконно-оптическими датчиками



- датчик нового типа с высокой чувствительностью и разрешением
- многоканальный электронный блок
- прямое измерение скорости пульсовой волны
- современный математический аппарат волнового анализа



Разработана диагностическая аппаратура сердечно-сосудистой системы (совместно с Научно-исследовательским институтом клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова), опережающая зарубежный уровень.

Разрабатываются также другие направления по созданию медицинской техники совместно с медицинскими организациями.

Механика машин и управление машинами

Основатели научных школ



Академик
**Иван Иванович
Артоболевский**



Академик
**Николай Григорьевич
Бруевич**



Д.т.н., профессор
**Александр Филиппович
Крайнев**



Д.т.н., профессор
**Арон Ефимович
Кобринский**

Заведующий отделом «Механика машин и управление машинами»

Профессор кафедры компьютерных систем автоматизации производства МГТУ им. Баумана, является специалистом в области теории механизмов и машин, управления машинами, кинематики и динамики робототехнических систем.



Д.т.н., д.филол.н, профессор
**Виктор Аркадьевич
Глазунов**

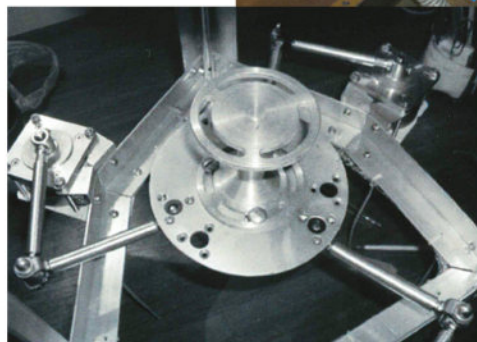
ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Теория машин и механизмов
- Динамика машин и машинных агрегатов
- Механика приводов машин
- Анализ и синтез механизмов параллельной структуры
- Динамика виброударных (сильно нелинейных) систем
- Резонансные и авторезонансные вибротехнические системы
- Экспериментальная динамика и диагностика машин
- Анализ и синтез машинных комплексов
- Многокритериальная оптимизация сложных систем
- Управление и автоматизация технологических процессов и машин
- Разработка механизмов и систем управления для раскатки валов

*Роторный
многоканальный
дозатор жидких
и полужидких
продуктов*



*Стан для раскатки полых валов (СРВ)
из жаропрочных сплавов
в изотермических условиях
из штампованных и листовых
заготовок*



*Манипулятор
параллельной структуры*

**Преимущества технологии раскатки деталей ГТД
в изотермических условиях:**

- Обеспечение высокой степени однородности микроструктуры, что позволяет увеличить ресурс деталей из жаропрочных сплавов в 2-3 раза за счёт повышения (до 10%) механических свойств материала, получить регламентировано изменяющуюся структуру сплава от оси диска до периферии.
- Снижение номинального припуска на механическую обработку до 2 мм, в зависимости от назначения и размеров деталей.
- Повышение коэффициента использования металла в 3-5 раз
- Возможность создания гибких перенастраиваемых автоматизированных комплексов для изготовления осесимметричных деталей из жаропрочных сплавов с регламентированной структурой металла.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Отдел "Механика машин и управление машинами" — старейшее научное подразделение Института. У истоков этого направления стояли ведущие учёные академики И.И. Артоболевский и А.А. Благонравов. По инициативе академика И.И. Артоболевского в ИМАШ в 50-е годы прошлого века был создан отдел теории машин и механизмов, направление работы которого является одним из основных в Институте. Отдел решал и решает комплексные задачи в области создания и исследования машин различного назначения. Именно в ИМАШ был впервые в мире создан образец протеза руки, работающего под воздействием электрических импульсов, генерируемых мускулами человека.

Разработаны методы анализа и синтеза новых классов механизмов и технологических процессов для машин нового поколения.

В результате сотрудничества Института с Астрокосмическим центром ФИАН им. П.Н. Лебедева разработан и создан телескоп нового поколения, в котором используются робототехнические системы для перемещения антенны.

Актуальной задачей синтеза машин является создание устройств, предназначенных для исследовательских целей. Разработано устройство, которое планируется применять для работы в аэродинамических трубах. Подобные схемы могут быть использованы в других технических приложениях, в частности при манипулировании в агрессивных средах (космос, океан).



*Манипулятор
для испытаний моделей
летательных аппаратов*



*Робот-станок РОСТ-300 для финишной
обработки пера лопаток реактивных
двигателей*

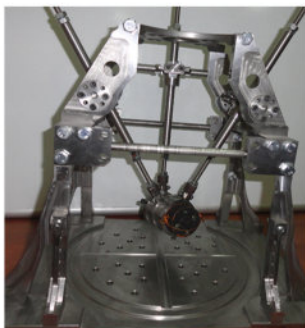


*Манипулятор
с карданными шарнирами
и дополнительными тягами*

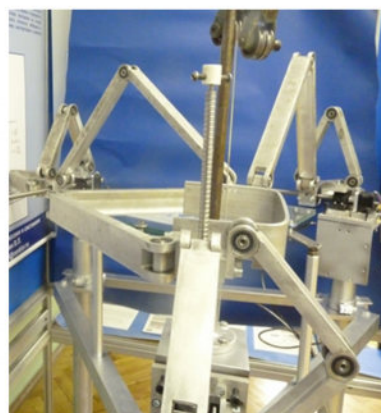
Отдел активно занимается созданием машин нового поколения, одновременно решая задачу импортозамещения.



*Фасовочно-упаковочная
линия для дозирования жидких
продуктов питания*



Технологический робот



*Механизм
со стабилизирующими
звеньями*

Одной из важных задач в современной технике (транспорт, авиация, космос) является разработка тренажёров для подготовки экипажей наземных транспортных средств и летательных аппаратов. Для решения этой задачи был синтезирован ряд схем механизмов параллельной структуры с применением круговой направляющей, обладающих качественно новым функционалом - имитацией условий «юза» и поворота транспортных средств, а также «штопора» летательных аппаратов.



*Макет тренажёра
для подготовки
водителей*



*Сферобот - мобильный
робот-шар*

Совместно с УдГУ (Ижевск), механико-математическим факультетом МГУ, ИПМ им. М.В. Келдыша, ЗАО «Ровер» (Санкт-Петербург) разработан первый в России сферобот - робот-шар SpheroB. Подобные аппараты в силу своей герметичной конструкции могут использоваться для исследования зон с агрессивной средой, например, мест аварий или поверхности других планет.

Синтезированы системы микроманипулирования для высокоточных хирургических манипуляций в урологии, ортопедии, кардиологии. Разрабатываемые механизмы, в которых приводы установлены на основании, являются отечественной альтернативой известному роботу da Vinci.



*Хирургические
роботы*



Отдел активно и плодотворно сотрудничает с Центральной клинической больницей РАН, с клиникой им. С.П. Боткина, с МГТУ им. Н.Э. Баумана, с ЦКБ РАН, с ИКТИ РАН, с Московским университетом дизайна и технологии. Разрабатываемые системы представляют собой импортозамещающую технику, в ряде случаев опережающую зарубежный уровень.

Трение, износ, смазка. Трибология

Основатели научных школ



Д.т.н., профессор
**Михаил Михайлович
Хрущов**



К.с.-х.н., д.т.н.,
профессор
**Игорь Викторович
Крагельский**



Д.т.н., профессор
**Юрий Николаевич
Дроздов**

**Заведующий отделом
«Трение, износ, смазка. Трибология»**
Вице-президент ассоциации инженеров-трибологов России, академик Международной академии информатизации, почетный работник высшего профессионального образования.



Д.т.н., профессор
**Али Юсупович
Албагачев**

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Трение и износ в машинах
- Трибология в авиационной, космической и оборонной технике
- Пластичные и твёрдые смазки
- Трибология в механической обработке материалов
- Тепловые процессы в трибологии и механической обработке
- Фреттинг в неподвижных соединениях
- Лазерное упрочнение материалов
- Подшипники скольжения и качения
- Диагностика поверхностей трения
- Износостойкие и высокопрочные материалы

Фундаментальные и прикладные исследования отдела направлены на повышение ресурса, безопасности и коэффициента полезного действия объектов гражданского и военного назначения, космических, транспортных, энергетических, атомных, авиационных, газо-нефтедобывающих систем.

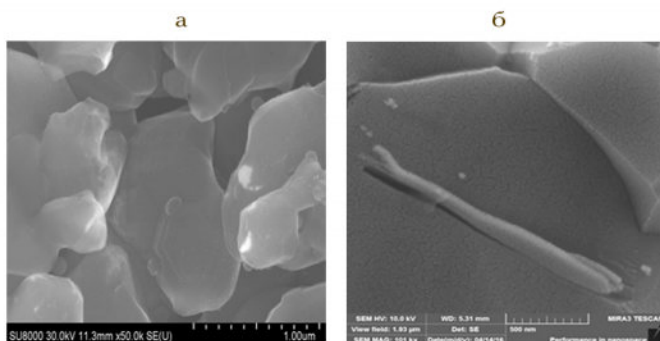
ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проводятся исследования нестационарных трибологических процессов и разработка технологий получения антифрикционных, износостойких покрытий и материалов для экстремальных условий.

Разработаны методы испытаний, проектирования и расчёта на трибологический ресурс и потери энергии. Созданы новые износостойкие материалы, в том числе на основе наносистем. С использованием нанотехнологий получены присадки и добавки к смазочным маслам и покрытиям.

Активно развивается научное направление, связанное с обеспечением надёжности погружных центробежных насосов для добычи нефти. С участием сотрудников отдела разработан национальный стандарт ГОСТ Р 56830-2015 (введён в действие с 01.07.2016 г.), который впервые в мировой практике ввёл общие требования для установок электроприводных лопастных насосов, которыми оборудовано более 100 тыс. скважин РФ и добывается более 85% нефти.

Создан материал (оксид алюминия + графен) триботехнического назначения на основе композиционной керамики с наноструктурированной формой углерода (графен, фуллерен), обладающий высокими эксплуатационными свойствами применительно к узлам трения, работающим в космосе и других экстремальных условиях.



Микроструктура композита в растровом электронном микроскопе,
а — Al_2O_3 без графена; б — с 2% графена



Электроприводной
лопастной насос

Проведён синтез самосмазывающихся керамических композитов на основе халькогенидов для высокотемпературных узлов трения. Керамический материал может быть антифрикционным в условиях высоких температур, если содержит наполнитель, который при нагреве выделяет пар халькогена. Данная технология открывает возможность длительной работы высокотемпературных авиационных узлов трения без смазки.



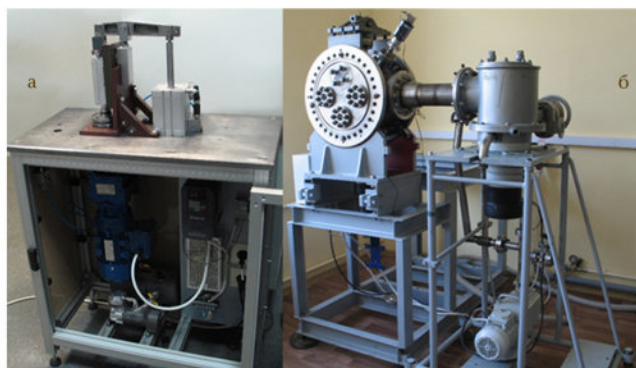
Стенд для насыщения металлокерамики парами селена и теллура



Автоматизированный технологический комплекс для упрочняющих и аддитивных лазерных технологий

Разработана технология лазерной наплавки микро- и нано-размерных карбидов вольфрама и тантала в порошках на никелевой и железной основе для повышения ресурса работы узлов трения. Новизна разработки подтверждена двумя патентами РФ на изобретение. Установлено повышение износостойкости наплавленной поверхности при абразивном изнашивании после шлифования до 5 раз.

Важным направлением научной деятельности отдела является обеспечение трибологической надёжности исполнительных механизмов и систем жизнедеятельности космических аппаратов. Работа включает создание оригинальных научно-исследовательских стендов для модельных и натурных испытаний, а также испытания узлов трения с пластичными смазочными материалами, твёрдыми покрытиями в воздушной среде и в вакууме 10^{-5} мбар при отрицательных и повышенных температурах.



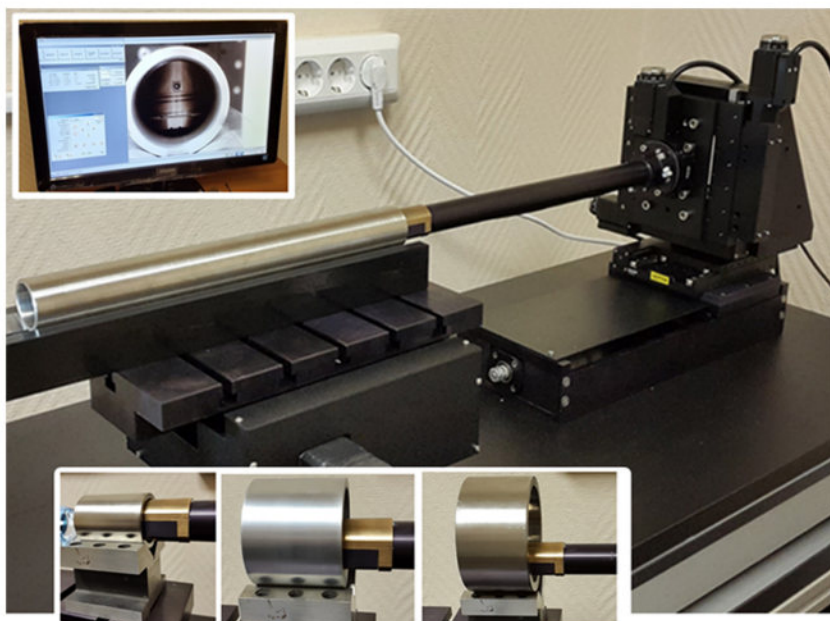
*а) Стенд для испытаний пластичных смазочных материалов на воздухе
б) Стенд для испытаний пластичных смазочных материалов и покрытий в вакууме*



Повышение надёжности космической техники

Разработаны высокотемпературные (до 800°C) пары трения на основе композиционных материалов с керамической и полимерной матрицей, применение которых перспективно для повышения надёжности шарниров в органах аэродинамического управления ракетной и авиационной техники, созданы уплотнения подвижного расширяющегося стыка, работоспособные при температурах более 1000°C и в условиях больших перегрузок при маневрировании в атмосфере боевых платформ и гиперзвуковых глайдеров (работа выполнена совместно с АО «Композит» по заданию АО «Корпорация МИТ»).

Разработан прибор для диагностирования шероховатости, твёрдости и модуля упругости материала внутренних поверхностей опор скольжения НТЭМ-1.



Прибор НТЭМ-1 для измерения шероховатостей внутренних поверхностей тел

Технические характеристики прибора:

НТЭМ-1 обеспечивает измерение:

- Методом полуконтактной сканирующей зондовой микроскопии в соответствии с ГОСТ 2789-73 шероховатости внутренней поверхности отверстия:
 - по параметру R_{max} (максимальная высота шероховатости) - в диапазоне от 0,03 до 0,2 мкм;
 - по параметру S_m (шаг неровности) - в диапазоне от 0,1 до 1 мкм.
- Твёрдости материала внутренней поверхности методом инструментального индентирования в соответствии с ГОСТ Р 8.748-2011 в диапазоне значений от 0,5 до 50 ГПа.
- Модуля упругости (Юнга) материала внутренней поверхности методом инструментального индентирования в соответствии с ГОСТ Р 8.748-2011 в диапазоне значений от 50 до 500 ГПа.

Прочность, живучесть и безопасность машин

Основатели научных школ



Академик
**Юрий Николаевич
Работнов**



Член-корреспондент РАН
**Николай Андреевич
Махутов**

Заведующий отделом «Прочность, живучесть и безопасность машин»

Заведующий базовой кафедрой «Ракетная техника» Технологического университета (г. Королёв), является специалистом в области моделирования повреждений, механики разрушения, живучести и безопасности машин.



Д.т.н., профессор
**Юрий Григорьевич
Матвиенко**

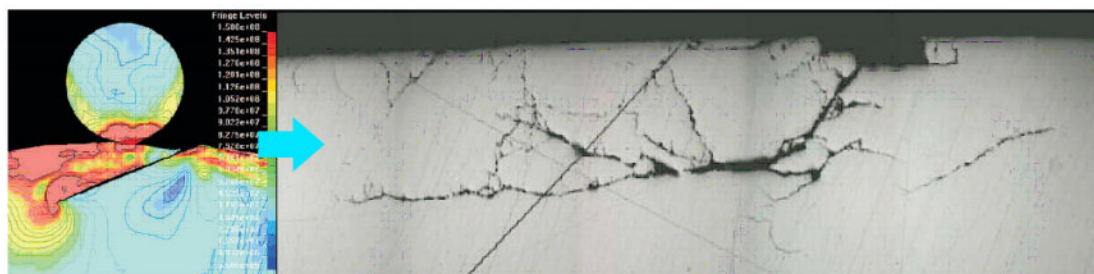
ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Теоретическая и экспериментальная механика разрушения и живучести
- Моделирование, диагностика и мониторинг повреждений и разрушений
- Экспериментально-расчётные методы анализа напряжённо-деформированного состояния (НДС)
- Долговечность при термомеханических циклических воздействиях
- Риск-анализ и безопасность критически важных объектов
- Аэрогидроупругость и динамика машин
- Оптимальное проектирование структуры композитных конструкций
- Управление локальными и объёмными механическими свойствами материалов

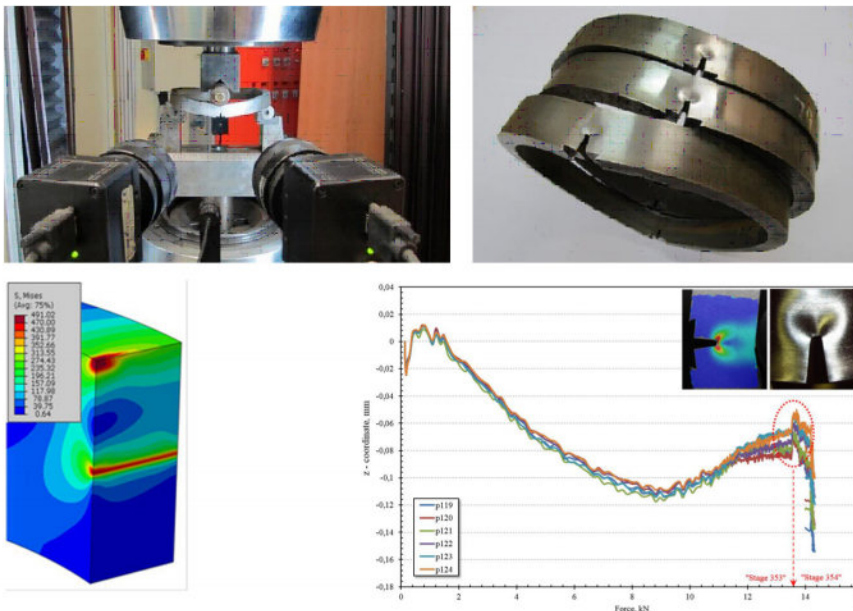
Научное направление фундаментальных и прикладных исследований ИМАШ РАН по проблемам прочности, ресурса, живучести и безопасности машин и конструкций сформировалось на базе большого цикла работ, проводимых на протяжении всей его 80-летней истории. Основы этого направления были заложены и развиты академиком Ю.Н. Работновым и членом-корреспондентом РАН Н.А. Махутовым. Основное научное направление отдела связано с постановкой и проведением фундаментальных исследований по разработке комплексных и многоуровневых моделей, критериев и методов анализа, обоснования, нормирования и мониторинга прочности, надёжности, живучести и безопасности машин и конструкций.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В последние годы усилия отдела направлены на формирование обобщённых подходов к комплексным проблемам безопасности, ресурса и живучести с целью снижения техногенных и технологических рисков для объектов гражданского и оборонного назначения, аэрокосмической и атомной техники, транспортных и других сложных машиностроительных систем с учётом критических технологий. В качестве основных научных достижений следует отметить иерархию методов и систем поэлементного и комплексного определения техногенной безопасности и рисков. Создана многоуровневая иерархическая система комплексных моделей и двухпараметрических критериев механики хрупкого и упругопластического разрушения конструкционных материалов в условиях экстремальных физико-механических воздействий. Особое внимание уделено нелинейному физико-математическому и имитационному моделированию процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов и конструкций на различных масштабно-структурных уровнях.



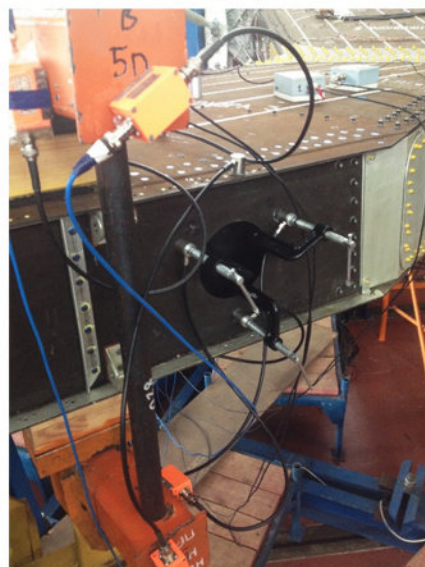
Конечно-элементное моделирование микроповреждений поверхностных слоев и бифуркации микротрещины



Имитационное моделирование процессов деформирования, повреждения и разрушения с использованием цифровых технологий

Предложена методология ранней диагностики и мониторинга повреждений, остаточной прочности и ресурса критически важных полимерно-композитных элементов конструкций на основе акустико-эмиссионного метода.

Разработаны методика, аппаратура и программное обеспечение для регистрации неоднородных полей перемещений, созданы действующие макеты мобильных электронных цифровых интерферометров различных типов, предназначенные для исследования существенно неоднородных напряженно-деформированных состояний в натурных условиях при квазистатическом и циклическом нагружениях.

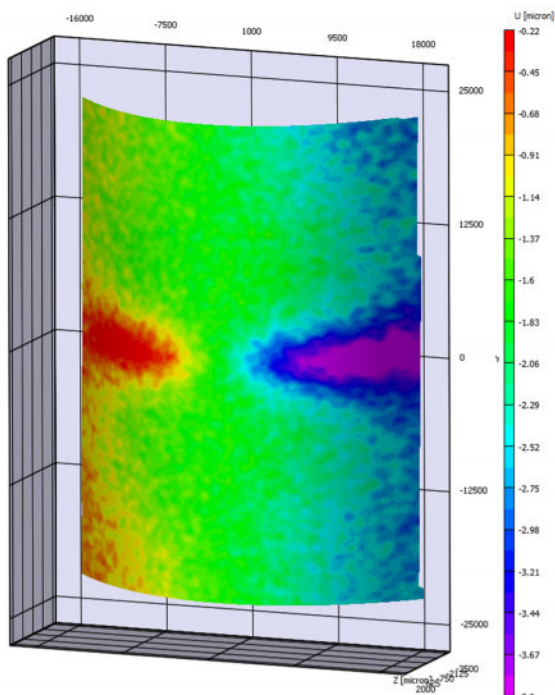
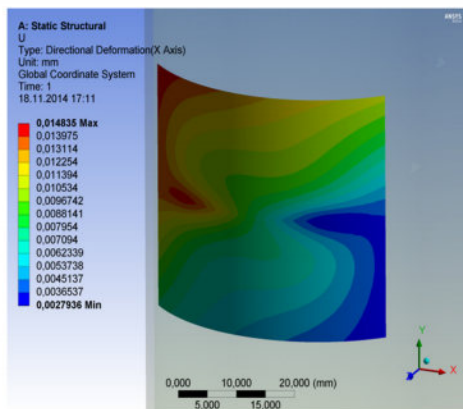
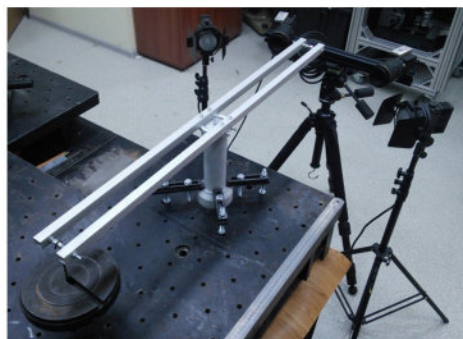


Исследование кинетики повреждений в зоне технологического окна стенки лонжерона акустико-эмиссионным методом



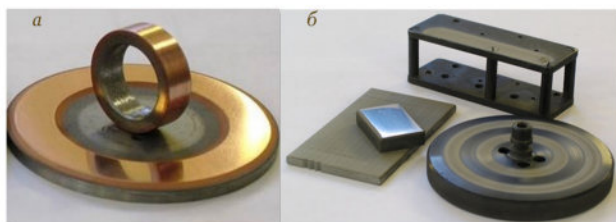
Специализированный мобильный спекл-интерферометр для экспериментального исследования НДС и определения остаточных напряжений в натурных условиях

Предложен экспериментально-численный метод определения различных параметров НДС и трещиноподобных дефектов в машинах.



Экспериментально-численный метод определения скрытых трещиноподобных дефектов с использованием цифровых технологий

Значительное развитие получили работы по математическому и физическому моделированию динамических процессов в гидроаэроупругих системах с использованием иерархической структурно-групповой системы моделей для диагностики состояний и повышения вибропрочности конструкций энергетического и транспортного машиностроения. Для модификации поверхности с целью повышения коррозионной стойкости, износостойкости и ресурса элементов машин разработан технология газодинамического напыления меди, цинка и никеля.



Газодинамическое напыление меди (а), цинка и никеля (б)

Оптимальное проектирование композитных элементов конструкций с использованием рациональных криволинейных траекторий укладки волокон позволяет обеспечить повышенные характеристики надёжности, живучести и безопасности ответственных композитных конструкций транспортного, энергетического,

авиационного и аэрокосмического назначения.

Результаты научных исследований и разработок отдела последних лет востребованы в различных машиностроительных предприятиях, нефтяных и газовых компаниях, среди которых: ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», ОАО «Компания «Сухой», ОАО «Газпром», ОАО «Российские железные дороги», АО НИКИЭТ им. Н.А. Доллежалея, ОКБ «Гидропресс», АО «ОКБМ Африкантов», НИИ «Транснефть», компания «Sakhalin Energy», ФГУП «ВИАМ», Группа компаний «Промышленная безопасность», ООО «НГБ-Энергодиагностика» и др.

Конструктивное материаловедение

Основатели научных школ



Академик
**Сергей Владимирович
Серенсен**



Д.т.н., профессор
**Михаил Григорьевич
Лозинский**



Д.ф.-м.н., профессор
**Борис Моисеевич
Ровинский**

Заведующий отделом

«Конструктивное материаловедение»

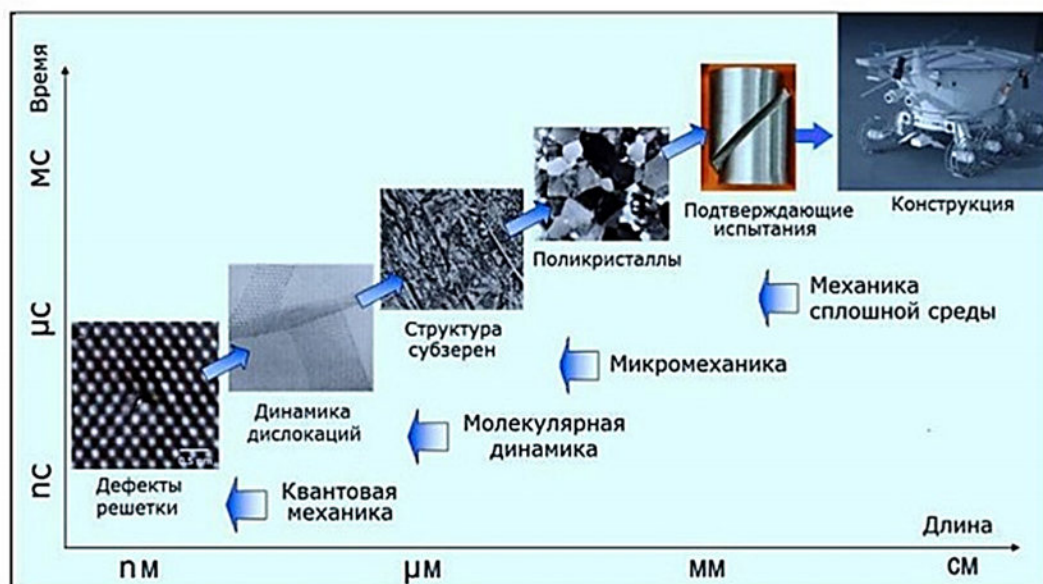
Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, академик Международной инженерной академии, является специалистом в области конструктивного материаловедения и прочности материалов.



Д.т.н., профессор
**Александр Никитович
Романов**

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Исследование роли структурного состояния в формировании прочностных и функциональных свойств конструкционных материалов для работы в условиях статического, циклического и контактного нагружения, моделирование структурных, напряжённо-деформированных и предельных состояний, создание критериальной базы оценки предельных состояний материалов
- Разработка математических моделей деформирования и разрушения элементов конструкций из полимерных и композиционных материалов и методов оценки их работоспособности
- Управление структурной и деформационной неоднородностью конструкционных материалов, структурным состоянием поверхности элементов конструкций с целью повышения прочностных и трибологических свойств
- Разработка инженерных критериев разрушения и рекомендаций по подбору материалов при конструировании
- Исследование структуры и свойств поверхностных слоев сталей и сплавов после химико-термической обработки и высокоэнергетического воздействия концентрированными потоками энергии, выявление трибологических закономерностей их контактного разрушения
- Моделирование процессов деформирования и разрушения конструкционных материалов с учётом их многоуровневых состояний (нано-, микро-, мезо-, и макро-) и разработка критериев разрушения на стадиях образования и развития трещин
- Повышение эффективности машиностроительного производства на основе принципов модульной технологии



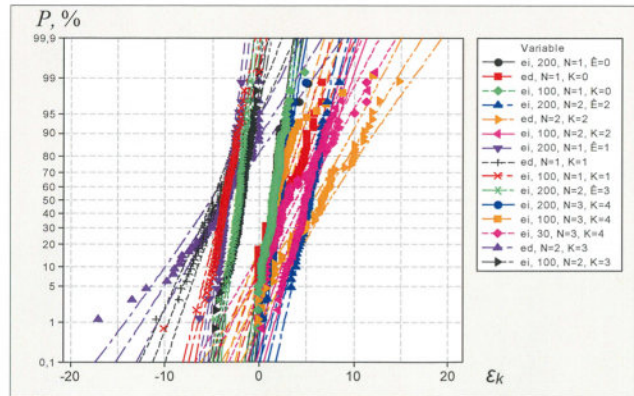
Характерные пространственные и временные масштабы основных процессов, происходящих при пластической деформации, накоплении структурных повреждений и разрушении конструкционных материалов, и физические модели, используемые для описания поведения материалов на разных уровнях структурной иерархии

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

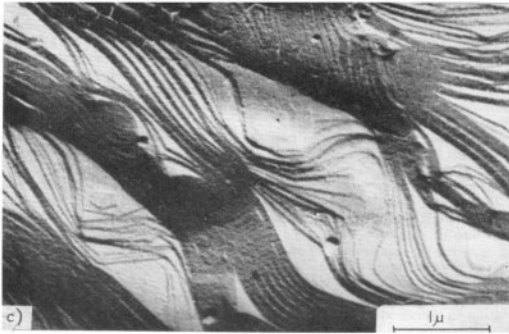
Разработан деформационно-кинетический критерий усталостного разрушения конструкционных материалов.

Показано существование обобщённых диаграмм циклического упруго-пластического деформирования конструкционных материалов на разных стадиях накопленного повреждения.

На основе показателей структурной и деформационной неоднородности описано рассредоточенное трещинообразование при циклическом упруго-пластическом деформировании конструкционных материалов.



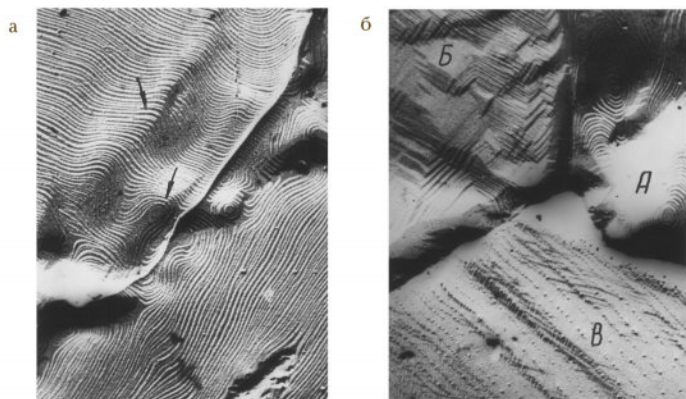
Статистическое распределение деформаций в стали на базах 30 мкм, 100 мкм и 200 мкм



Развитие экструзионно-интрузионных процессов при циклическом нагружении

Экспериментально обосновано существование обобщенной (единой) кривой циклической трещиностойкости конструкционных материалов.

Разработана математическая модель деформирования и разрушения конструкционных материалов с учётом их многоуровневого структурного состояния (нано-микро-мезо-макро) и обосновано её практическое приложение для расчётов на прочность.



Электронно-микроскопические изображения тонкого микрорельефа, возникающего при циклическом нагружении α-железа и имеющего различную ориентацию в соседних зернах (x 20 000)

Разработаны математические модели нелинейного деформирования слоистых, волокнистых, композиционных и полимерных материалов, позволяющие выполнять расчёт и прогнозирование анизотропии механических свойств.



Образование полигональных границ при высокотемпературном циклическом нагружении

Установлены особенности наноструктурного состояния, химического и фазового состава ряда алмазоподобных и углеродных покрытий, легированных металлами и неметаллическими элементами и полученных с использованием различных методов вакуумного ионно-плазменного напыления.

На основе исследования универсального микроплазменного метода обработки поверхности металлов и сплавов, основанного на новых принципах возбуждения импульсных микроплазменных разрядов, отработаны новые технологические процессы, позволяющие в десятки раз повышать трибологические свойства упрочнённых контактирующих сопряжений.

Разработан единый метод описания конструкции изделия как объекта эксплуатации, предмета производства и объекта утилизации, базирующийся на применении графа иерархической структуры.

Разработан подход к построению технологической классификации с использованием принципов модульной технологии.

Исследованы противоречия между требованиями к конструкции изделия на этапах его жизненного цикла (изготовления, эксплуатации, утилизации).

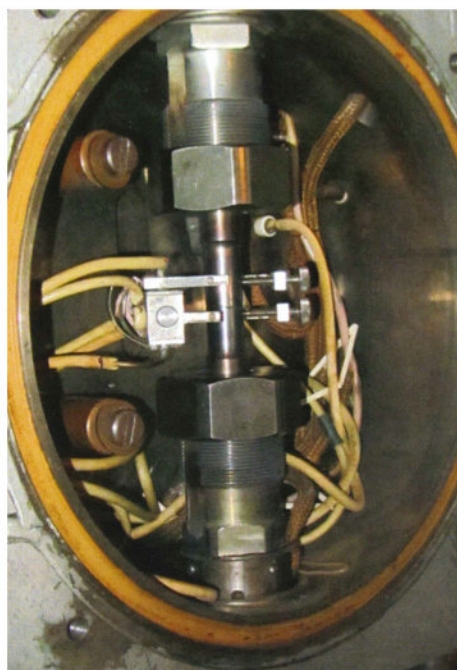
Предложен метод компромисса между противоречивыми требованиями по критерию минимальной суммарной себестоимости с ограничением по безопасности функционирования изделия.

Разработан способ определения положения оси вращения детали (ротора, шпинделя и т.п.), исключающий влияние погрешности формы контролируемой поверхности детали.

Выполнен анализ геометрически нелинейного деформирования и работоспособности клеевых соединений элементов летательных аппаратов в области повышенных температурных полей. Показана закономерность образования регулярной формы поверхности разрушения клеевых соединений при сдвиге.

С использованием матричных алгоритмов и алгебры резольвентных операторов разработаны расчётно-аналитические методы идентификации механических свойств и построения определяющих наследственно-упругих соотношений слоистых полимерных композиционных материалов.

Разработаны микромеханические модели деформирования, позволяющие учесть эффект поворота волокон при определении напряженно-деформированного состояния в композитных структурах.



Устройство для нагружения образцов, используемое в установке для испытаний на малоцикловую усталость в вакууме

Виброакустика машин

Основатель научной школы



Д.т.н., профессор
**Михаил Дмитриевич
Генкин**

**Заведующий отделом
«Виброакустика машин»**

Член Совета по комплексной проблеме «Гидрофизика» при Президиуме РАН, является специалистом в областях динамики зубчатых передач, колебаний и излучения цилиндрических оболочечных конструкций в жидкости, награжден Юбилейной медалью «300-летие Российского флота».



Д.т.н.
**Олег Иванович
Косарев**

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Исследование виброакустических полей
- Волновая механика машин
- Виброакустическая диагностика машин
- Моделирование виброакустических процессов в машинах и конструкциях

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Отдел виброакустики машин совместно с многими проектантами и изготовителями принимал активное участие в создании отечественного атомного подводного флота и внёс значительный вклад в обеспечение малозумности атомных подводных лодок. Созданный в начале 60-х годов отдел был привлечён постановлением Правительства к созданию малозумных главных турбо-зубчатых агрегатов (ГТЗА). В ИМАШ был построен испытательный корпус с натурным судовым редуктором, акустической камерой, новейшей виброакустической аппаратурой и датчиками.

Институт проводил измерения вибраций всех головных и многих серийных планетарных редукторов ГТЗА во время их сдаточных испытаний на стендах Ленинградского Кировского (ЛКЗ) и Калужского турбинного (КТЗ) заводов. Отлаженные в ИМАШ методы измерения вибраций и обработки сигналов легли в основу работы Акустических служб, созданных на: ЛКЗ, КТЗ, Северном машиностроительном предприятии и Южно-турбинном заводе (г. Николаев, Украина).

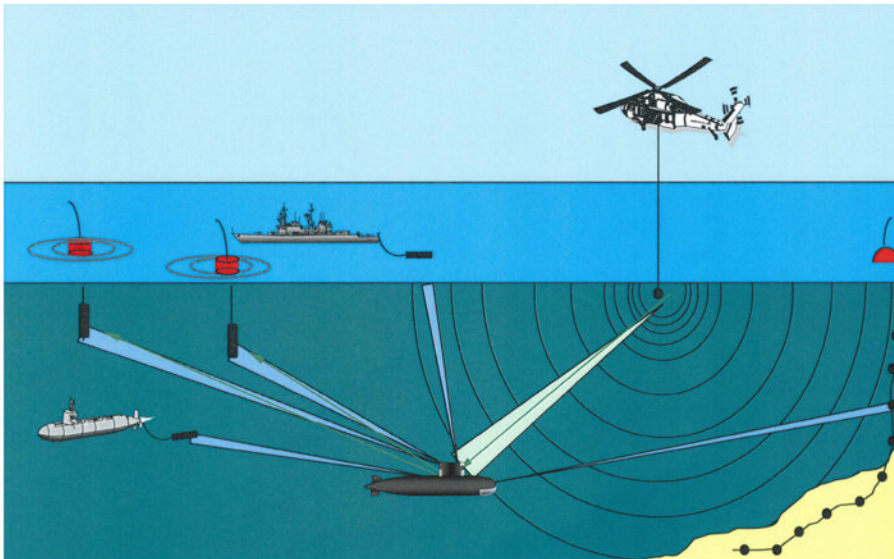
Большую помощь Институту оказывал Совет по «Гидрофизике», который возглавлял президент Академии наук академик А.П. Александров.

В отделе проводятся исследования в областях управления гидроакустическими полями, разработки информационных систем по оценке акустического качества объектов, управления скрытным движением морских подвижных объектов (МПО). Разработаны научные основы создания информационных систем оценки скрытности МПО по первичным гидроакустическим полям, предусматривающие комплексное решение задач скрытности на основе: теории колебаний, теории информации, теории вероятности, теории обнаружения, гидроакустики, теории корабля, океанологии, тактики использования подводных сил.



Испытание малозумных ГТЗА

На базе комплекса компьютерных программ создана Экспертная система оценки акустической скрытности, позволяющая прогнозировать оценку скрытности МПО в акваториях Норвежского, Баренцева и Белого морей. Данная система используется в Военно-Морском Инженерном Институте (г. Санкт-Петербург) и на Северном Флоте.



*Схема системы сетцентрического обнаружения
объекта по вторичному полю*

Разработаны теоретические основы гашения отражённого сигнала (вторичное поле). Идея гашения заключается в измерении зондирующего сигнала и создании противофазного сигнала. Разработаны подходы к решению основной проблемы, заключающейся в разработке и создании «интеллектуального покрытия», включающего датчики измерения вибрации и звукового давления, микровибраторы и излучатели, которые должны быть объединены в общую электронную систему средств измерения и гашения, управляемую суперкомпьютером.

В отделе проведён ряд смежных исследований:

- Создан численный метод расчёта параметров упругой гидродинамической смазки в узлах трения (подшипники качения, зубчатые передачи).
- Проведено расчётное исследование динамических характеристик планетарного редуктора ГТЗА.
- Разработана методика расчёта диффракции частотных спектров обратных и нормальных волн.
- Разработан аналитический метод расчёта жёсткостных параметров в системах с многопарными контактирующими элементами.

Важным научным направлением исследований отдела является разработка новых методов неразрушающего контроля технического состояния машинного оборудования в процессе эксплуатации по виброакустическим характеристикам.

Разработан новый метод многомерного дискриминантного анализа вибраций, обладающий высокой чувствительностью к развитию деградационных процессов в узлах машинного оборудования, превышающий в сотни раз возможности спектрального метода и, позволяющий:

- выделять на фоне больших помех от собственных вибраций машины, малые приращения амплитуды вибраций, вызванные возникновением и развитием эксплуатационных повреждений на самых ранних стадиях;
- локализовать зоны возникновения зарождающихся дефектов и обеспечить оперативную диагностику неисправностей оборудования.

Создан программный комплекс многомерного дискриминантного анализа вибросигналов в обеспечение процедур вибромониторинга, обнаружения эксплуатационных повреждений и локализации источников повышенной виброактивности машинного оборудования.

Проведена апробация нового подхода к вибромониторингу технического состояния газотурбинных установок (ГТУ) газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций на базе газотурбинных двигателей авиационного и судового типов.

Проведено моделирование использования новой технологии вибромониторинга на ГТУ на базе двухвального авиационного двигателя ПС-90.

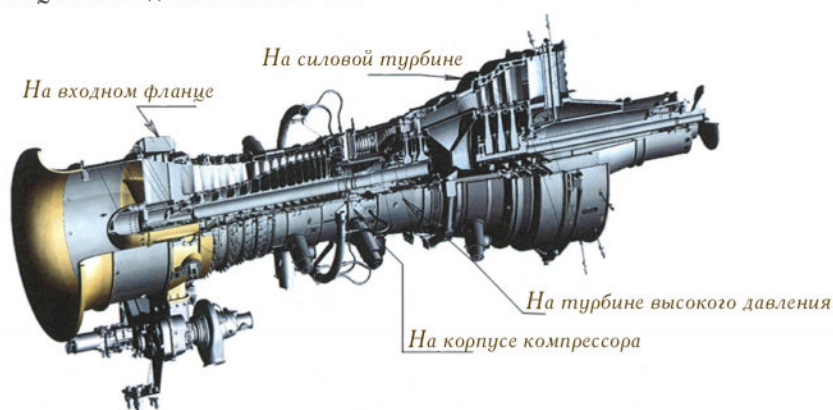
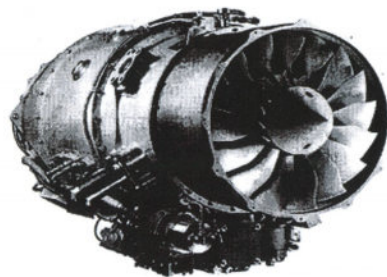


Схема установки вибродатчиков на корпусных конструкциях ГТУ с двигателем авиационного типа ПС-90

На основе всестороннего анализа современного состояния норм прочности и расчётно-экспериментальных исследований в области живучести самолётных конструкций, с целью повышения безопасности эксплуатации гражданских самолетов:

- получены закономерности роста трещин при нерегулярных спектрах напряжений (типовых самолётных) и поправочные коэффициенты для учёта влияния различных факторов на коэффициент интенсивности напряжений в продольных стыках обшивки фюзеляжа при многоочаговых трещинах;
- разработан новый метод расчёта остаточной прочности подкреплённых конструкций с использованием R-кривых;
- разработана методика выявления деградации свойств материалов в процессе длительной эксплуатации и оценки влияния величины двухосности напряжений на поворот трещины;
- разработана теория формообразования профильных сечений лопаток, позволяющая устранить спонтанную неустойчивость течения в проточных частях турбомашин за выходными кромками лопаток, что позволяет снизить сопротивление профилей, усталостные напряжения в лопатках и взаимное влияние лопаточных венцов;
- разработана технология сменной комплектации пакетов лопаточных венцов турбоустановок с сохранением присоединительных узлов. Теория применима к формированию облика проточных частей и лопаточных систем центробежных компрессоров и насосов.

Область применения: энергетика, авиадвигателестроение, металлургия, машиностроение.



Газотурбинный двигатель ДУ-80, на котором отработана методика расчёта прочности конструкций

Теоретическая и прикладная акустика

Заведующий отделом

«Теоретическая и прикладная акустика»

Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Председатель секции «Виброакустика» Научного совета РАН «Акустика», вице-президент Российского акустического общества.



Д.ф.-м.н.
**Юрий Иванович
Бобровницкий**

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

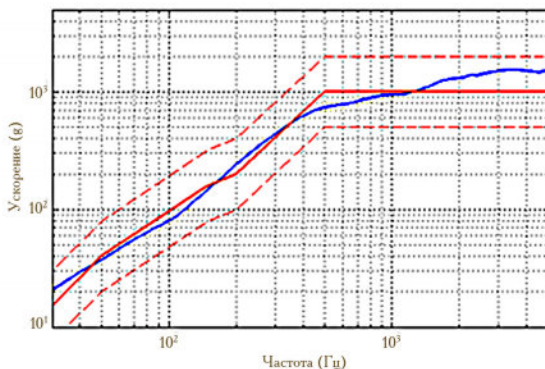
- Разработка принципов создания упругих сред и структур со специальными волновыми и звукопоглощающими свойствами, в том числе акустических метаматериалов, для применения в авиации, ракетно-космической технике, приборостроении
- Разработка и создание экспериментальных установок для исследования акустических свойств акустических метаматериалов и механических свойств конструкций космических приборов
- Фундаментальные и прикладные исследования отдела направлены на разработку и создание новых методов и средств решения проблемы шума и вибраций в промышленности, в частности в ракетно-космической технике и авиации, где проблему требуется решать при минимальных массах и объёмах

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- Создана импедансная теория распространения упругих волн в акустических метаматериалах
- Разработаны научные основы акустической невидимости
- Определены принципы создания высокоэффективных звукопоглощающих покрытий
- Определены принципы синтеза составных упругих конструкций с заданными вибро-акустическими свойствами, применимые в создании конструкций научных космических приборов
 - Разработаны и созданы стенды для акустических испытаний акустического метаматериала (АММ), а также механических испытаний и наземной отработки космических приборов с собственным измерительно-вычислительным комплексом и соответствующими методиками испытаний
 - Разработана методика моделирования и изготовления образцов АММ-звукопоглотителей по аддитивным технологиям PloyJet (пластик) и SLM (металл)



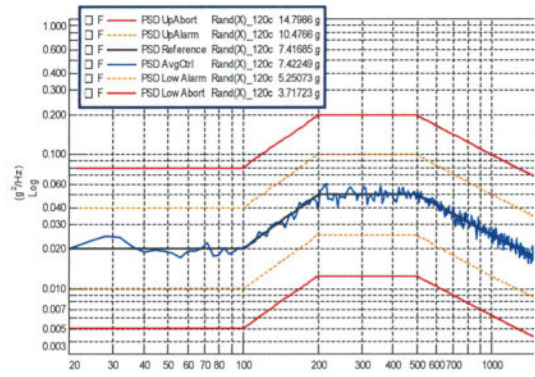
Сотрудники отдела после успешных ударных испытаний прибора МГНС (проект VeriColombo) на управляемом по заданному спектру ударном стенде



Экспериментальный спектр ударного отклика SRS для прибора МГНС и требуемый (красная сплошная) с допусками (красный пунктир). Максимальное ускорение 1000g



Натурные испытания прибора Френд (проект ЭкзоМарс) на вибростенде по заданному спектру возбуждения

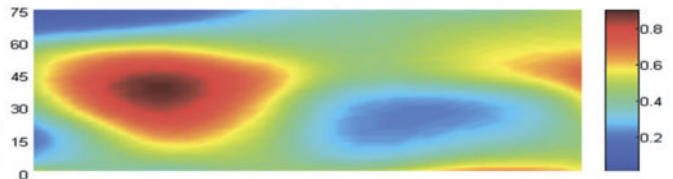


Экспериментальный спектр возбуждения psd для прибора Френд, требуемый (синяя сплошная линия) и допуски (красные линии)

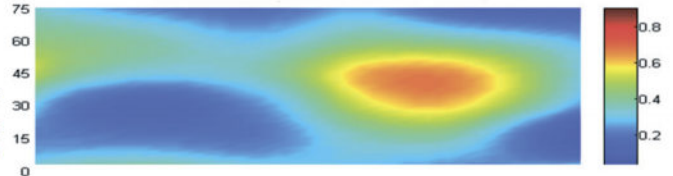
«Акустическая невидимость»

Создано неотражающее и нерассеивающее покрытие в лабораторном эксперименте для тела в среде, которое облучается акустическим источником.

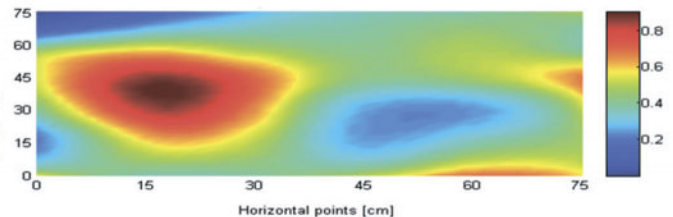
Распределение акустического давления в среде с акустическим источником в отсутствии тела



Распределение акустического давления в среде с источником и упругим телом (в сечении за телом)



То же, но тело с покрытием, импедансы которого соответствуют импедансам среды вокруг тела, так что оно акустически невидимо



Суперпоглотители звука из метаматериалов, изготовленные по 3D – технологии

С помощью аддитивных технологий созданы поглощающие метаматериальные покрытия со сложной внутренней структурой, имеющие повышенную эффективность звукопоглощения по сравнению с существующими стандартными звукопоглотителями в заданном диапазоне частот.

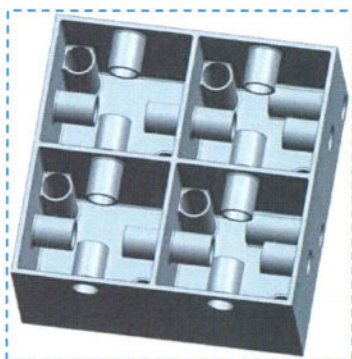
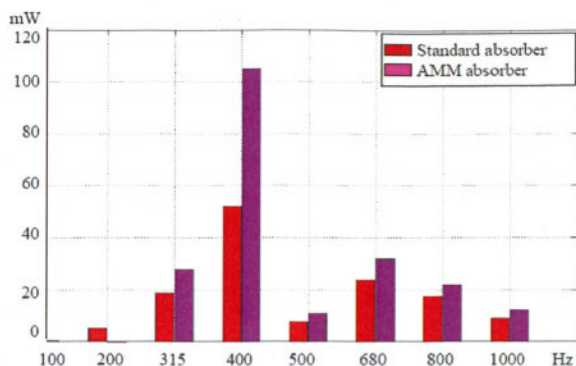
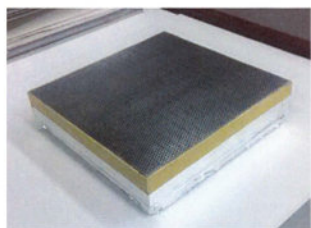


Схема АММ-образца
ячеистой структуры

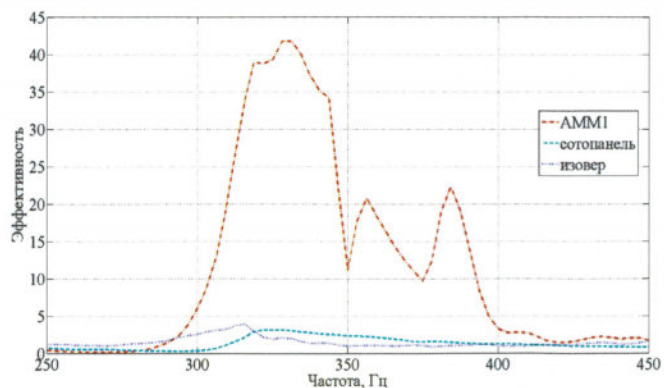


Эффект усиления поглощения звука образца АММ
(правые столбцы) по сравнению с типовым

Образцы-панели для испытаний на акустической установке, моделирующей акустические условия работы авиадвигателя

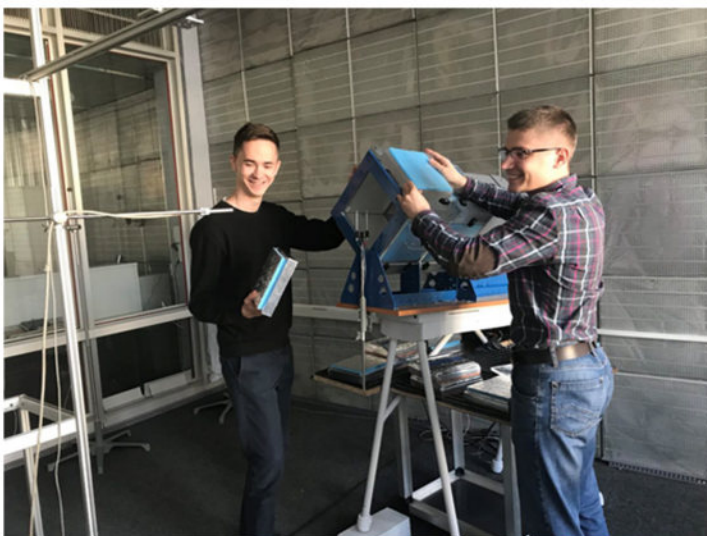


Образцы испытательных
панелей



Эффект звукопоглощения АММ-панелей (красный пунктир)
по сравнению с типовыми в частотном диапазоне 300-400 Гц

Сотрудники отдела проводят испытания звукопоглотителей из метаматериалов на акустической установке, моделирующей акустические условия работы авиадвигателя

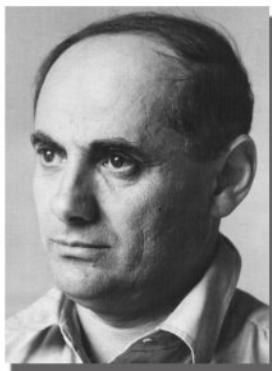


Вибрационная биомеханика

Основатели научных школ



Академик
**Константин Васильевич
Фролов**



Д.т.н., профессор
**Фёдор Менашевич
Диментберг**



Д.т.н., профессор
**Максим Дмитриевич
Перминов**

Заведующий отделом «Вибрационная биомеханика»

Является специалистом в области воздействия ударно-волновых и вибрационных нагрузок на объекты с различными физико-механическими свойствами, включая биологические системы.



К.т.н.
**Виктор Олегович
Соловьёв**

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Моделирование роторных систем различных технологических аппаратов
- Вибрационные машины с самосинхронизирующимися центробежными возбудителями
- Методы повышения эффективности генераторов ударных волн
- Модели и схемы виброзащитных систем и машин, оборудования и человека-оператора
- Методы диагностики, анализа, моделирования и управления волновыми ритмическими процессами в организме человека

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработаны и проанализированы динамические модели роторных систем различных технологических агрегатов с целью предупреждения возникновения в них опасных уровней вибрации на различных режимах эксплуатации.



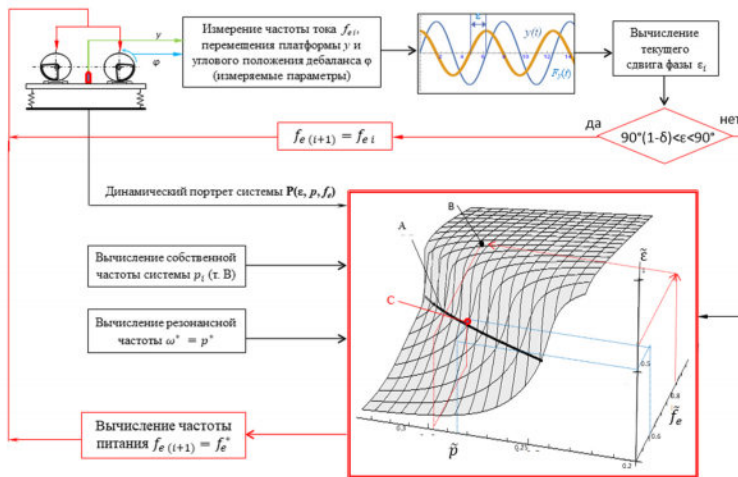
Турбонасосный агрегат



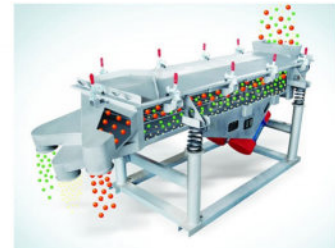
Паровая турбина

Разработаны и проанализированы динамические модели вибрационных машин с самосинхронизирующимися центробежными вибровозбудителями и предложены системы и алгоритмы автоматического управления резонансной настройкой с целью повышения энергетической эффективности соответствующих вибрационных технологических процессов.

Управление частотой питающего напряжения f_e в зависимости от сдвига фазы ϵ



Алгоритм управления резонансной настройкой



Вибрационный сепаратор



Экспериментальная установка



Вибрационный конвейер

Разработаны методы повышения технологической и энергетической эффективности твёрдотопливных генераторов ударных волн.

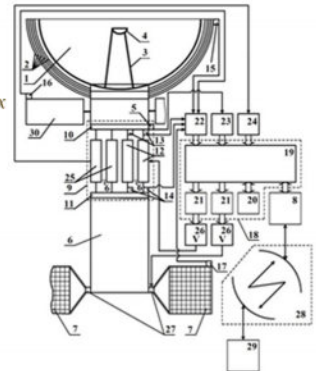
Твёрдотопливный генератор ударных волн



Предложены динамические модели и конструктивные схемы активных и пассивных виброзащитных систем машин, оборудования и человека-оператора, в том числе — для гашения колебаний строительных сооружений от многочастотных сейсмических воздействий.



Интеллектуальная система активной виброзащиты и высокоточного наведения прецизионных крупногабаритных космических антенн



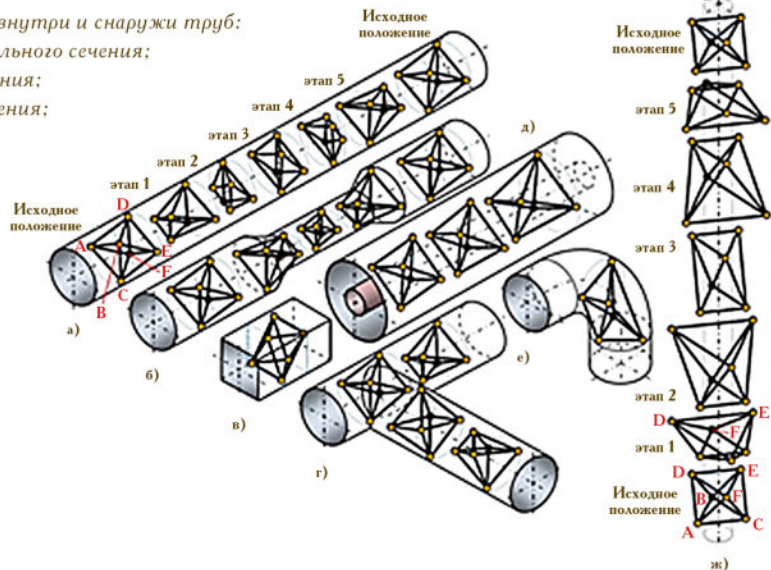
Активная гидropневматическая подвеска сидений различных транспортных средств с повышенными виброзащитными свойствами



Самоперемещающийся параллельный робот для обслуживания и ремонта ЛЭП

Самоперемещение робота внутри и снаружи труб:

- а - труба круглого или овального сечения;
- б - труба переменного сечения;
- в - труба квадратного сечения;
- г - тройник;
- д - коаксиальная труба;
- е - отвод;
- ж - колонна



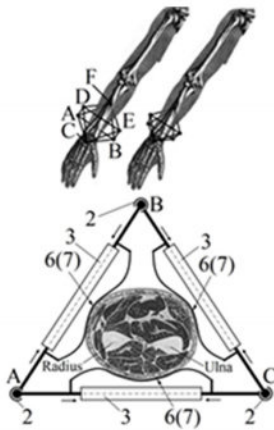


Мобильное устройство диагностики сердечно-сосудистой системы с беспроводной связью



Исследование искусственной мышцы из спиральных полимерных нитей

математического естествознания, биологии, компьютерной и нейрокомпьютерной информатики с целью их применения в технике и медицине. Разработаны аппаратные средства и реабилитационные мероприятия для повышения эффективности физиотерапевтических, фармакологических, информационных и иных воздействий, а также надёжности биосистем с имплантами.



Разработаны адаптивные самоперемещающиеся портативные массажные роботы на основе механизмов треугольной параллельной структуры («Триангель»), предназначенные для проведения скользящего баночного массажа и массажные роботы октаэдральной параллельной структуры («Октаэдральный додекапод») для массажа верхних и нижних конечностей, а также шеи пациента.

Самоперемещающийся портативный массажный робот «Октаэдральный додекапод»



Самоперемещающийся портативный массажный робот «Триангель»

Подготовка научных кадров

ИМАШ РАН осуществляет приём в бюджетную (с отрывом и без отрыва от производства) и на договорной основе аспирантуру по специальностям:

1. 01.06.01 – Математика и механика:

- 01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела.
- 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.
- 01.02.08 – Биомеханика.

2. 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника:

- 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.
- 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.
- 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

3. 15.06.01 – Машиностроение:

- 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин.
- 05.02.04 – Трение и износ в машинах.
- 05.02.05 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы.
- 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

4. 21.06.01 – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых:

- 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Диссертационные советы при ИМАШ РАН

Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 002.059.05
по научной специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин

Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 002.059.06
по научной специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 999.112.02
по научным специальностям:

- 05.02.04 – Трение и износ в машинах
- 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (машиностроение)
- 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Подготовка научных кадров



Издательская деятельность

Подготовка и издание научной и справочной литературы, в том числе по конструированию машин, вибрации в технике, прочности атомных реакторов, малоциклового прочностности, основам проектирования машин, издание уникальной 40-томной энциклопедии «Машиностроение», издание научных периодических журналов:



Журнал основан в 1965 году, публикует материалы по теории машиностроения в целом и по исследованию надёжности машин в частности, статьи по конструированию и усовершенствованию работы машин и приборов.

Редакционная коллегия:

Главный редактор - академик Ганиев Ривнер Фазылович

Заместители главного редактора:

д.т.н., профессор Азиков Николай Сергеевич

д.т.н., профессор Романов Александр Никитович

д.х.н., профессор Сайфуллин Инсаф Шарифуллович

Ответственный секретарь - к.т.н. Хасьянова Динара Усмановна

Индексирование и реферирование: Web of Science, Scopus

сайт: <http://mecheng.imash.ru/>

эл.почта: mecheng-imash@mail.ru



Журнал создан в 2004 г. согласно решениям Президиума РАН и Министерства образования и науки РФ в целях интеграции науки, образования и производства, а его учредителями выступили Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской Академии наук и Московский государственный индустриальный университет (МГИУ). Тематика журнала охватывает широкий круг научных и технических тем в сфере машиностроения, актуальные проблемы высшего технического образования, а также вопросы интеграции науки, образования и производства.

Редакционная коллегия:

Главный редактор - академик Ганиев Ривнер Фазылович

Заместитель главного редактора - д.т.н., профессор Пановко Григорий Яковлевич

Заместитель главного редактора - д.т.н., профессор Овчинников Виктор Васильевич

сайт: <http://mospolytech.ru>

эл. почта: izdat.mami@yandex.ru

Издательская деятельность



Журнал основан в 1982 году, публикует статьи и обзоры по результатам научных исследований и разработок в России и за рубежом в области машиноведения и машиностроения, включая проблемы экономики, управления, автоматизации и инноваций.

Редакционная коллегия:

Главный редактор - академик Ганиев Ривнер Фазылович

Заместители главного редактора:

д.ф.-м.н. Березин Александр Васильевич
член-корреспондент РАН Сироткин Олег Сергеевич
д.х.н., профессор Сайфуллин Инсаф Шарифуллович
профессор L. Parich (Сербия)

Ответственный секретарь:

к.т.н. Костин Анатолий Михайлович

сайт: <http://pma-ntp.ru/>

эл.почта: anatk@mail.ru



Журнал основан в 1997 году, публикует статьи справочно-информационного характера, предназначенные для повышения квалификации инженеров всех отраслей техники: конструкторов, технологов, экспертов, разработчиков новой техники, проектировщиков, материаловедов, а также для преподавателей и студентов ВТУЗов.

Редакционная коллегия:

Председатель редсовета - академик Ганиев Ривнер Фазылович

Зам. председателя редсовета - д.т.н., проф. Киричек Андрей Викторович

Главный редактор - Клейзер Петр Евгеньевич

Зам. главного редактора - Куликова Алевтина Анатольевна

сайт: <http://www.handbook-j.ru>

эл.почта: hb@idspekt.ru

Международное сотрудничество

Институтом заключены и действуют в настоящее время двусторонние соглашения с иностранными организациями-партнёрами по научно-техническому сотрудничеству и обмену студентами и аспирантами.

БЕЛАРУСЬ	Белорусский государственный университет
ВЕНГРИЯ	Институт «Симметрион» Международного общества симметрологии
ГЕРМАНИЯ	Аэрокосмический институт Берлинского технического университета
ИСПАНИЯ	Институт технологии материалов Валенсийского политехнического университета
ИТАЛИЯ	Миланский политехнический университет
КИТАЙ	Китайский образовательный университет города Ухань
ЛАТВИЯ	Рижский технический университет
ЛИТВА	Каунасский технологический университет
СЕРБИЯ	Научно-образовательный центр по повышению безопасности труда и улучшению качества продукции (НОЦ по менеджменту качества)
СЛОВЕНИЯ	Институт механики Мариборского университета
США	Университет города Клемсон, штат Южная Каролина
УКРАИНА	Харьковский институт проблем машиностроения НАН Украины им. А.Н. Подгорного
ФРАНЦИЯ	Национальный институт прикладных наук города Ренн Исследовательский институт кибернетики и коммуникаций города Нант
ЯПОНИЯ	Университет города Васеда



Участники международного симпозиума Romansy-2014

Инновационная деятельность

Инновационные разработки ИМАШ РАН последних лет

- Роторно-волновые, струйные мельницы, роторно-волновые измельчители (патент №020937 - 2015 год)
- Аэродинамический центробежный классификатор и волновой дозатор порошков (патент № 020863 - 2015 год)
- Устройства противоваарийной защиты трубопроводов и оборудования (около двух десятков патентов в разное время)
- Установка для очистки и полировки поверхностей деталей газожидкостной моющей средой
- Линии фасовки и упаковки, многоканальные дозаторы жидких и полужидких продуктов
- Робот-станок для финишной обработки пера лопаток турбин
- Стан для раскатки жаропрочных дисков из сплавов титана и никеля СРЖД-800 (патент № 146549 - 2014 год)
- Оборудование для авторезонансной ультразвуковой обработки (УЗО) конструкционных материалов
- Оборудование для электропластической деформации металлов
- Технология и оборудование для газодинамического напыления меди, цинка и никеля
- Переносные взрывореактивные комплексы для буро-взрывных работ (ПВРК)
- Узлы трения на основе наноструктурированных кристаллов стабилизированного диоксида циркония
- Электронагревательная ткань с углеродными нитями
- Модернизация турбоустановок на основе нового поколения лопаточных систем
- Экспериментальные методы, программы и аппаратура для исследований:
 - процессов накопления повреждений, определения размеров дефектов материалов (патент №2569078 - 2015 год);
 - определения деформационных свойств композитных материалов;
 - триботехнических характеристик материалов и смазок (патент №2570057 - 2015 год);
 - механических свойств тонких поверхностных слоёв материалов и покрытий;
 - ресурса компонентов центробежных насосов для добычи нефти.

Количество запатентованных разработок ИМАШ РАН

2010 год - 23	2014 год - 14
2011 год - 15	2015 год - 23
2012 год - 29	2016 год - 19
2013 год - 23	2017 год - 17

Инновационная деятельность



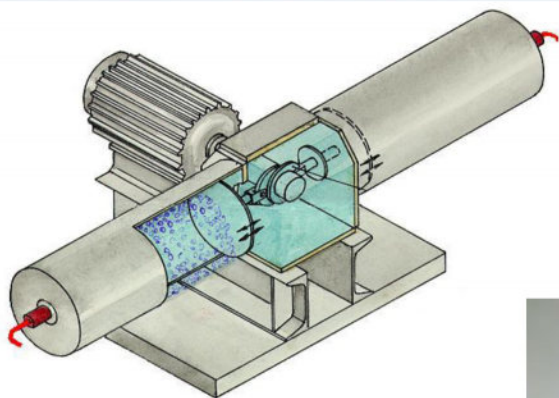
Волновая установка для очистки и полировки поверхностей деталей газожидкостной моющей средой

Область применения: машиностроение, двигателестроение, производство медицинской техники.

Назначение: эффективное удаление производственных загрязнений с деталей сложной конфигурации.

Преимущества:

- возможность удаления притирочных паст, нагара, остатков формовочной смеси, жировых плёнок и т.п. без углеводородных растворителей;
- уменьшение расхода моющих средств в 2 раза;
- уменьшение температуры подогрева;
- сокращение времени обработки в 2 раза;
- уменьшение энергопотребления;
- исключение ручных операций.



Волновой смеситель-активатор разнородных компонентов сухих смесей

Область применения: производство стройматериалов, пищевая промышленность.

Назначение: высококачественное перемешивание, диспергирование и механохимическая активация разнородных компонентов сухих смесей.

Преимущества:

- снижение энергопотребления до 30% по сравнению с традиционным перемешиванием;
- увеличение срока службы оборудования до 3-х раз;
- повышение прочности получаемых материалов (на сжатие — до 1,5 раз, водонепроницаемости — до 5 раз и морозостойкости — до 2 раз);
- снижение расхода модифицирующих добавок до 50%;
- повышение качества и ускорение процесса перемешивания.



Инновационная деятельность

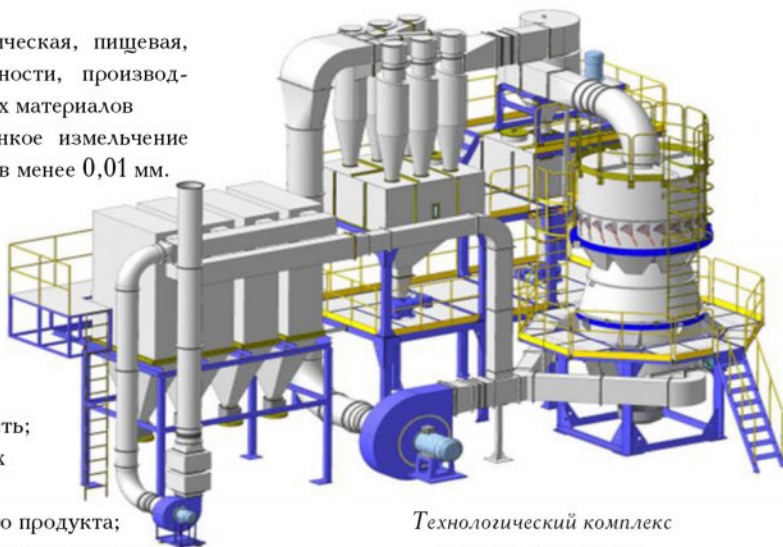
Роторно-волновая мельница

Область применения: химическая, пищевая, фармацевтическая промышленности, производство строительных и отделочных материалов

Назначение: сухое сверхтонкое измельчение твердых материалов до размеров менее 0,01 мм.

Преимущества:

- одностадийный процесс измельчения (до 70% выхода продукта с дисперсностью менее 5 мкм);
- снижение в 2-3 раза скорости вращения ротора;
- высокая энергоэффективность;
- уменьшенный износ рабочих поверхностей;
- высокая чистота получаемого продукта;
- встроенная система классификации частиц;
- возможность непрерывного или порционного процессов измельчения;
- получение новых свойств материалов за счёт механо-химической активации частиц.



Технологический комплекс сверхтонкого помола



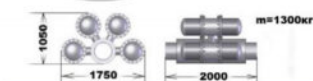
Стабилизатор давления СДК 200

m=950 кг

Стабилизатор давления СД 300



Стабилизатор давления СД 350



Устройства противоаварийной защиты трубопроводов и оборудования

Область применения: добыча и транспортировка нефти и газа, энергетика, промышленность, ЖКХ.

Назначение: предотвращение аварий вследствие вибрационных и гидравлических ударных нагрузок, а также вынужденных колебаний и резонансных явлений в трубопроводах.

Преимущества:

- снижение аварийности трубопроводов и оборудования на 85%;
- увеличение срока эксплуатации трубопроводов в 1,5 – 2 раза;
- гашение волновых и вибрационных процессов в 5-10 раз;
- отсутствие потерь рабочей среды, экологичность;
- отсутствие дополнительного гидродинамического сопротивления;
- энергонезависимость;
- малые габариты;
- не требует обслуживания в процессе эксплуатации;
- легкость монтажа.

Инновационная деятельность



Робот-станок для финишной обработки пера лопаток турбин

Область применения: общее машиностроение, авиационная промышленность, судостроение.

Назначение: финишная обработка пера лопаток газовых и паровых турбин, авиационных двигателей, газоперекачивающих станций, лопастей водяных турбин и гребных винтов.

Преимущества:

- исключение ручного труда при шлифовании и полировании пера лопаток;
- точность обработки до 0,02 мм;
- встроенная оптическая система контроля геометрических размеров и качества поверхности.

Технологии диагностирования и управления техническим состоянием шпиндельных узлов станочного оборудования

Область применения: общее машиностроение.

Назначение: обеспечение работоспособности и соответствия эксплуатационных параметров шпиндельных узлов допустимым значениям, заданным нормами ТУ станочного оборудования.

Преимущества:

- наличие автоматизированной системы сбора данных о состоянии шпиндельных узлов;
- снижение процента брака;
- увеличение межремонтных периодов;
- сокращение времени простоя оборудования;
- сокращение времени ремонтного цикла.



Узлы трения на основе наноструктурированных кристаллов стабилизированного диоксида циркония

Область применения: авиадвигателестроение, машиностроение, энергетика, химическая промышленность, приборостроение.

Назначение: повышение ресурса работы и надёжности узлов трения механизмов, работающих в широком диапазоне температур, при высоких нагрузках.

Преимущества:

- увеличение ресурса узлов трения в 4-5 раз;
- рабочий диапазон температур от -140° С до +1500° С;
- повышенные трибологические, прочностные характеристики и эрозионная стойкость;
- высокая коррозионная стойкость;
- высокая термостойкость;
- наивысшая трещиностойкость и пластичность из всех керамических материалов.



Инновационная деятельность

Антифрикционная ресурсовосстанавливающая композиция (АРВК)



Область применения: механическое оборудование, техника, транспорт.

Назначение: противоизносная добавка к маслам с восстановительным и корректирующим эффектом.

Преимущества:

- восстановление в процессе эксплуатации размера и формы изношенных деталей из стали и чугуна на величину до 1 мм;

- повышение твёрдости поверхности деталей до HRC 56-60;
- снижение шероховатости поверхности до 0,1-0,15 мкм;
- уменьшение расхода топлива и масел на 4-12%, электроэнергии — на 10%;
- увеличение производительности техники и оборудования на 20-30%;
- уменьшение вибраций;
- рабочий диапазон температур -30° С — +250° С;
- реальное обеспечение безысносного режима эксплуатации оборудования;
- может добавляться в любое смазочное масло (расход 20 мл присадки на 1 л масла).

Волоконно-оптические датчики и интеллектуальные сенсорные системы

Область применения: энергетика, машиностроение, двигателестроение, приборостроение.

Назначение: измерение линейных перемещений (биений поверхностей после мех. обработки), частоты вращения, коэффициентов отражения поверхностей; измерение распределения давления ударных волн, низких давлений в тепловых воздушных потоках, давлений в сверхзвуковых двухфазных потоках, давления в гидро-пневмосистемах и смазочных пленках.

Преимущества:

- миниатюрность датчиков;
- гальваническая развязка с объектом;
- защита информационного канала от электромагнитных и радиационных помех;
- высокое временное и пространственное разрешение датчиков;
- рабочий диапазон давления 0-20 Мпа;
- возможность работы при температуре до 1000° С в импульсе;
- параметрическая надёжность.



Электронагревательная ткань с углеродными нитями

Область применения: здравоохранение, МЧС, промышленность, туризм, отдых.

Назначение: электронагревательные элементы для производства специальной и бытовой одежды, медицинских изделий специального назначения, обогревателей для промышленных установок и сидений автомобилей.

Преимущества:

- обеспечивается мягкость и гигиеничность изделий, свойственная хлопчатобумажным и льняным тканям;
- высокая степень электробезопасности и надёжности;
- рассчитаны на работу в широком диапазоне температур и мощностей с использованием низковольтных источников постоянного тока;
- температура нагрева до +120° С.



Инновационная деятельность



Электропластическая деформация металлов

Область применения: машиностроение, переработка металлических отходов.

Назначение: интенсификация технологических процессов обработки металлов:

- волочение проволоки;
- прокатка тонкого листа и ленты;
- раскатка оболочек;
- ультразвуковая ковка ленты;
- тонколистовая вытяжка и штамповка;
- сплачивание биметаллов в процессе прокатки и волочения;
- брикетирование стружки и измельчённого металлолома, бытовых металлических отходов.

Преимущества:

- экологическая чистота;
- высокая энергоэффективность;
- позитивное воздействие на материалы для интенсификации технологических процессов ;
- получение материала с периодически изменёнными свойствами;
- существенное увеличение скорости обработки материалов;
- отсутствие необходимости в промежуточных отжигах.

Комплекс оборудования для ресурсных испытаний компонентов центробежных насосов для добычи нефти

Область применения: машиностроение, производство насосного оборудования для нефтедобычи.

Назначение: определение трибологических и ресурсных характеристик насосных станций, рабочих ступеней подшипников насоса, упорных подшипников и материалов деталей и узлов центробежных насосов в абразивосодержащей и коррозионно-активной средах; прогнозирование ресурса установок.

Преимущества:

- возможность прогнозирования ресурса насосов на основе расчётно-экспериментального метода;
- возможность исследования основных процессов разрушения:
 - абразивное изнашивание;
 - коррозионно-эрозионное изнашивание;
 - фреттинг.



Инновационная деятельность



ВУ-7Б



ВУ-14 и ВУ-21



ВУ-7А



ВУ-7Б
перед работой



Скважина,
образованная
в горных
породах

Переносные взрывореактивные комплексы для буро-взрывных работ (ПВРК)

Область применения: строительство и геолого-разведочные работы.

Назначение: проведение инженерно-строительных работ в сложных горно-геологических и климатических условиях.

Преимущества:

- возможность производства скважин глубиной до 30 м, диаметром от 0,2 до 1 м и траншей шириной до 5 м в мёрзлых грунтах и скальных породах;
- автономное удаление разрушаемых на забое пород на расстояние до 30 м, с возможностью формирования дорожной насыпи;
- время подготовки и производства работ с одним ПВРК — не более 5 минут;
- масса комплекса не более 45 кг, разъёмных модулей и приборов — не более 10 кг;
- габаритные размеры: высота — от 337 до 870 мм, диаметр — от 180 до 320 мм;
- рабочий диапазон температур: от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- численность обслуживающего персонала — 2 человека;
- автономность и возможность доставки в труднодоступные районы любым видом транспорта, в т.ч. вручную;
- высокая эксплуатационная надёжность.

Содержание

Руководители ИМАШ РАН	3
Дирекция ИМАШ РАН	8
Нелинейная волновая механика и технологии	10
Механика машин и управление машинами.....	18
Трение, износ, смазка. Трибология	22
Прочность, живучесть и безопасность машин.....	26
Конструкционное материаловедение	30
Виброакустика машин	34
Теоретическая и прикладная акустика.....	38
Вибрационная биомеханика.....	42
Подготовка научных кадров.....	46
Издательская деятельность	48
Международное сотрудничество	50
Инновационная деятельность	51

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук**
(презентационное издание)