



**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**
национальный
исследовательский
университет

АЛЬМАНАХ

**НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ
ЮУрГУ - 2014**



г. Челябинск



Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ ЮУрГУ - 2014

альманах

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2015

УДК 000.0(000)+000.0(000)
ББК У.я50

Редакционная коллегия:

д.т.н., профессор, ректор Шестаков А.Л. (председатель);
д.х.н., профессор, президент Вяткин Г.П.;
д.т.н., профессор, проректор по научной работе Ваулин С.Д.;
д.т.н., профессор, проректор по учебной работе Радионов А.А.;
д.э.н., доцент, проректор по учебной работе Шмидт А.В.;
д.т.н., профессор, и.о. начальника управления научной
и инновационной деятельности Келлер А.В.;
д.т.н., профессор, декан заочно-инженерного факультета Сапожников С.Б.;
д.ф.-м.н., доцент, декан факультета математики, механики
и компьютерных наук Келлер А.В.;
к.б.н., доцент, директор института спорта, туризма и сервиса Эрлих В.В.;
д.э.н., профессор, декан факультета экономики и управления Баев И.А.;
д.э.н., профессор, директор института экономики,
торговли и технологий Окольнишникова И.Ю.

Одобрено

Советом Южно-Уральского государственного университета

Научные разработки ЮУрГУ - 2014: альманах. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015, – 100 с.

ISBN 00909970976576

Южно-Уральский государственный университет - крупный научно-образовательный центр, обладающий глубокими традициями и уникальными научно-педагогическими школами. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы проводятся по 7 приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации – “Безопасность и противодействие терроризму”, “Индустрия наносистем”, “Информационно-телекоммуникационные системы”, “Науки о жизни”, “Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники”, “Транспортные и космические системы”, “Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика”.

В альманахе приводятся результаты основных научных и научно-технических разработок университета, полученные в 2014 году при выполнении работ в рамках государственного задания, реализации ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы”, грантов Российского научного фонда и Российского фонда фундаментальных исследований, а также в порядке инициативных исследований ученых.

УДК 000.0(000)+000.0(000)
ББК У.я50

ISBN 00909970976576

Издательский центр ЮУрГУ, 2015

Уважаемые коллеги и партнеры!

Южно-Уральский государственный университет – это один из ведущих и крупнейших вузов страны. Это вуз, где рождаются новые идеи, разрабатываются передовые технологии, готовятся высококвалифицированные кадры для инновационного развития Челябинской области и других регионов России.

Пять лет наш университет живет и активно движется вперед в соответствии с программой развития национального исследовательского университета. Это позволило создать в ЮУрГУ уникальный высокотехнологичный комплекс, состоящий из научных институтов, научно-образовательных центров и лабораторий мирового уровня, дающий возможность проводить фундаментальные и прикладные исследования, развивать научный потенциал вуза, его преподавателей, сотрудников и студентов. Достижения ученых университета не раз показали свою результативность в разработке и внедрении высоких технологий, энергосбережения, развитии основных отраслей экономики Урала — машиностроении, металлургии, оборонного комплекса.

Активно ведется в университете и работа над совершенствованием инновационной инфраструктуры, системы коммерциализации научных разработок наших ученых. Ежегодно создаются малые инновационные предприятия, в которых работают наши сотрудники, студенты, аспиранты.

2014 год не был исключением – более 60 научных проектов, открытие четырех современных лабораторий и создание 10 малых инновационных предприятий – таков его достойный итог. И это издание - попытка рассказать о наиболее интересных и значимых проектах, над которыми работали ученые ЮУрГУ в прошедшем, 2014 году, поделиться открытиями и достижениями как с коллегами внутри вуза, так и с партнерами университета.



**Александр Леонидович
ШЕСТАКОВ**

ректор ЮУрГУ,
доктор технических наук,
профессор







ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Структура и электрические свойства эндо- и экзоэдральных комплексов углеродных нанотрубок: моделирование из первых принципов.....	8
Разработка новых методов получения наноструктурированных оксидных материалов для применения в химическом катализе.....	10
Физические процессы взаимодействия интенсивных корпускулярных и электромагнитных потоков энергии с металлами и дисперсными средами.....	12
Стохастические и детерминированные модели соболевского типа в энергосбережении.....	14
Платформа mjolnir: частная облачная paas-платформа на базе распределенных вычислительных ресурсов.....	16
Разработка масштабируемых методов и параллельных алгоритмов для интеллектуального анализа данных на многопроцессорных системах с общей и распределенной памятью.....	18
Моделирование параллельной обработки запросов на высокопроизводительных многопроцессорных системах с многоядерными ускорителями.....	20

СТРУКТУРА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭНДО- И ЭКЗОЭДРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК: МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ

С помощью моделирования из первых принципов изучается строение и динамические свойства комплексов углеродных нанотрубок (УНТ) с атомами различной химической природы, адсорбированными на их внешней и внутренней поверхностях. Рассматриваются закономерности структурообразования комплексов с атомами акцепторами (S,F) и донорами (Li) электронов в процессах последовательного заполнения поверхности УНТ атомами адорбата, а также динамика атомов Li в эндоэдральных комплексах при конечных температурах.

Руководитель проекта - член-корреспондент РАН, д.х.н. Г.П. Вяткин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение строения и свойств эндо- и экзоэдральных комплексов углеродных нанотрубок с атомами донорами и акцепторами электронов

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

2 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в РИНЦ

Свойства углеродных нанотрубок можно изменить в нужном направлении за счет их взаимодействия с подходящим окружением, например, с инородными атомами, адсорбированными на поверхности. В настоящее время свойства комплексов "УНТ + адсорбированные атомы" изучены при малых концентрациях последних. Мало известно о том, как по мере роста этой концентрации изменяются строение и свойства комплексов, каковы принципы их структурообразования, когда и как происходят трансформации поверхностного слоя. В проекте ответы на эти вопросы получены методами компьютерного моделирования.

Для моделирования использовались первопринципные методы функционала электронной плотности и молекулярной динамики. С имеющимися в ЮУрГУ вычислительными ресурсами (кластер Торнадо – 473,64 Тфлоп пиковой производительности) за обозримое время счета доступны модели фрагментов комплексов, содержащие порядка сотни атомов (рис. 1). В частности, рассматривалась модель УНТ (7,7), имеющая диаметр d и длину l около 1 нм, содержащая $n^0 = 112$ атомов углерода и некоторое количество сторонних атомов (Li, S, F) вблизи поверхности. Сорбционные комплексы УНТ с литием и серой представляют большой практический интерес в связи с разработкой нового поколения литиевых электрических батарей для мобильных электронных устройств.

На начальных этапах процесса заполнения внешней поверхности УНТ (до концентрации С~2-3 ат.%) атомы серы (акцепторы электронов) практически не взаимодействуют друг с

другом и предпочитают располагаться над серединой С-С-связи каркаса УНТ на расстоянии 0,189 нм от атомов углерода, образующих эту связь. Это заметно больше, чем длина ковалентной С-С-связи в сероуглероде CS_2 (0,155 нм) и очень близко к длине связи S-S в димерах и тримерах серы ($\approx 0,19$ нм). При $3 \leq c \leq 6$ ат.% атомы серы образуют конфигурации, аналогичные таковым в свободных плоских кластерах с числом атомов n от 4 до 6. Судя по расстояниям от атомов серы до поверхности УНТ (0,27±0,40 нм), в комплексах не образуется прочных химических связей с каркасом трубки. Роль последнего сводится к некоторой цилиндрической деформации плоскости свободного кластера. То есть, при формировании комплекса более важны взаимодействия между атомами серы, чем взаимодействия S-УНТ. При $n \geq 5 \div 6$ ат.% начинают образовываться ленточные периодические структуры, составленные из прямоугольников S_4 со сторонами (длинами связей S-S) от 0,20 до 0,22 нм. Минимальный фрагмент такой структуры содержит $3 \times 2 = 6$ атомов серы, и его длинная ось ориентирована под некоторым углом к оси трубки. При дальнейшем увеличении концентрации серы лента удлиняется и стремится ориентироваться поперек оси УНТ.

Структура комплекса УНТ+Li важна для определения литиевой емкости батареи, а динамика атомов Li – для понимания процессов ее зарядки – разрядки. На рис. 3-5 с помощью молекулярной динамики показано, как изменяется характер движения атомов.

Образование экзоэдральных комплексов Li+УНТ энергетически выгодно в интервале концентраций



0+10 ат. % лития. В этом интервале с каждого атома Li на трубку переносится электрический заряд величиной 0,95 e, что ведет к увеличению плотности свободных носителей заряда и увеличению плотности электронных состояний на уровне Ферми.

Атомы серы при концентрациях 0+6 ат. % образуют компактные конфигурации, слабо связанные с трубкой и подобные конфигурациям свободных кластеров. Начиная с 6 ат. % возникают ленточные структуры, стремящиеся с увеличением концентрации ориентироваться поперек оси трубки.



Рис. 1. Модель комплекса УНТ(7,7) + 7 атомов лития (вид с торца)

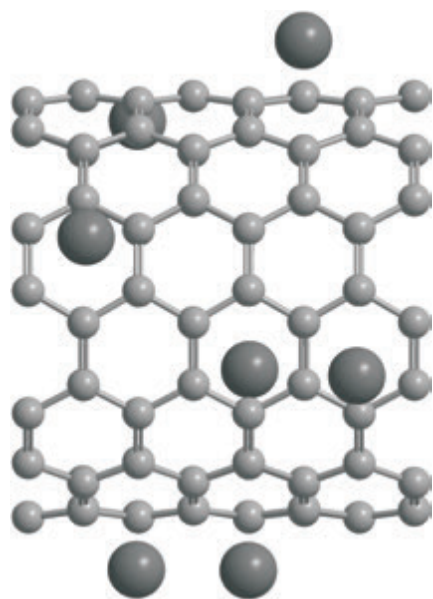


Рис. 2. Модель комплекса УНТ(7,7) + 7 атомов лития (вид сбоку)

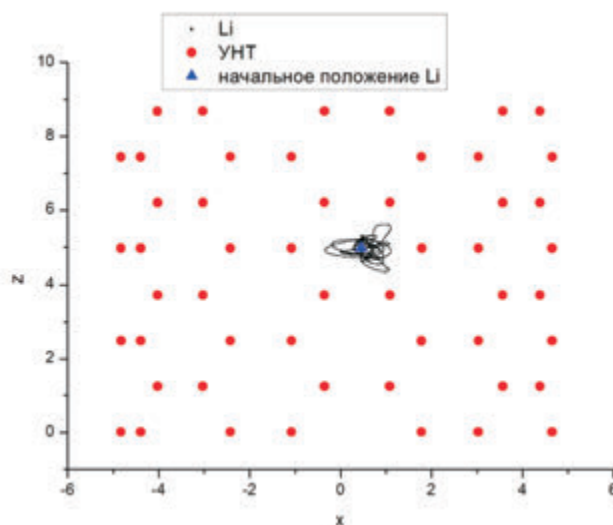


Рис. 3. Траектория одиночного атома лития при 100 К

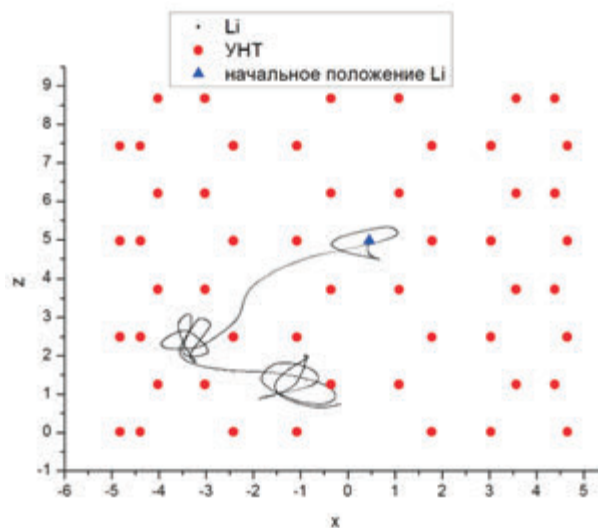


Рис. 4. Траектория одиночного атома лития при 200 К

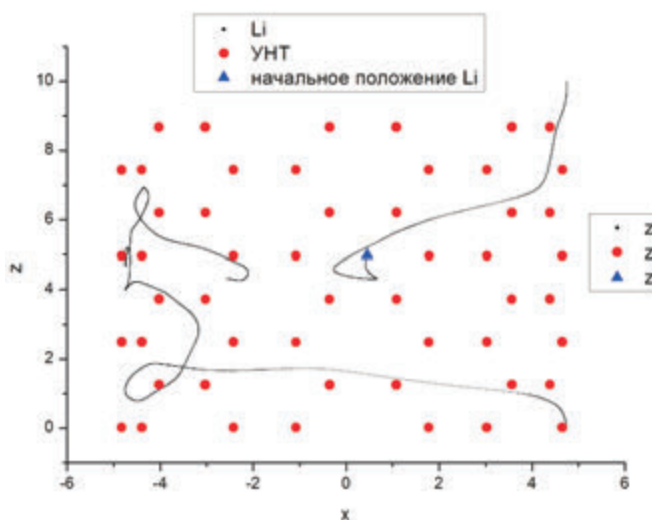


Рис. 5. Траектория одиночного атома лития при 300 К

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ОКСИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОМ КАТАЛИЗЕ

Руководители проекта - д.х.н. В.В. Авдин, к.х.н. И.В. Кривцов, к.х.н. Д.А. Жеребцов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение особенностей формирования и разработка новых способов синтеза аморфных и кристаллических металл-оксидных функциональных материалов с заданными свойствами

ПУБЛИКАЦИИ

30 научных статей

10 научных докладов

2 патента

1 заявка на патент

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

14 статей в SCOPUS

14 статей в Web of Science

Катализаторы – это функциональные материалы, направляющие химическую реакцию как бы в обход основного пути, в результате чего скорость и/или степень протекания реакции увеличивается в десятки и сотни раз. Катализаторы применяются повсеместно в промышленных химических процессах, а также в технологии очистки воздуха, газов и воды. Это дорогостоящие вещества, в основном производимые за рубежом – в Германии и США.

Химические реакции протекают на поверхности катализатора, поэтому чем выше доступная поверхность, тем эффективней катализатор. А поверхность вещества увеличивается с уменьшением размера частиц, из которого он состоит. Однако, чем меньше частицы, тем выше их склонность к укрупнению (агрегации). На рис. 1 показаны агрегированные частицы наноструктурированного диоксида циркония. Кроме того, маленькие частицы катализатора трудно отделять от реакционной системы после проведения процесса.

Есть ещё одна трудность. Оксиды переходных металлов, которые являются катализаторами, чаще всего проявляют каталитическую активность, находясь в нестабильной кристаллографической фазе, которая при нагревании превращается в стабильную, каталитически не активную. А химические реакции, требующие присутствия катализатора, часто протекают при высоких температурах. Таким образом, получение эффективного и устойчивого катализатора – весьма трудная задача.

Исследовательская группа в своём научном поиске основывалась на известных решениях, позволяющих получить катализаторы с нужными свойствами. Давно обнаружено, что введение постороннего металла (допанта) в оксидную матрицу несколько искажает кристаллическую решётку, что затрудняет переход нестабильной каталитической фазы в стабильную некаталитическую. Количество вводимого допанта должно быть невелико – менее 1%.

Было предложено изменить это правило и смешать оксиды двух разных металлов в сопоставимых количествах (мольное соотношение оксидов от 0,1 до 1,6). Причём оксиды должны быть разными по химическим свойствам. Например, для катализатора на основе диоксида титана (его некаталитическая фаза – известные титановые белила) в качестве второго компонента использовался диоксид кремния (хорошо знакомый всем осушитель – силикагель).

Для повышения удельной поверхности диоксид титан получили наноразмерным, в каталитически активной фазе (анатаз). На рис. 2 показан такой нанокристалл; светлые точки на кристаллической решётке – атомы титана. При этом минимальный размер кристаллов не всегда соответствует максимальной каталитической активности (рис. 3).

Для придания устойчивости к агрегации и к фазовым превращениям при нагревании, частицы анатаза поместили внутрь аморфной матрицы из силикагеля (рис. 4). Силикагель достаточно порист, поэтому наночастицы диоксида титана доступны для субстрата.

С другой стороны, силикагель кристаллизуется при очень высоких температурах и, охватывая частицы анатаза со всех сторон, не позволяет им ни агрегироваться, ни перейти в каталитически неактивную фазу. Фазовый переход в таком материале удалось сместить с 550 до 1100 °С! Для облегчения отделения частиц от реакционной смеси после проведения процесса был придуман способ получения сферических гранул, каждая из которых имеет пористую структуру, включающую наноразмерные зёрна каталитически активных частиц (рис. 5).

Научной группой разработана целая линейка катализаторов подобного типа для различных применений.

Эффективность некоторых образцов в пять раз превысила известные коммерческие аналоги. На рис. 6 показаны зависимости уменьшения концентрации органического поллютанта



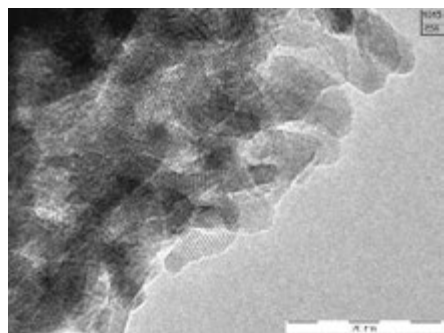


Рис. 1. Агрегированные наночастицы диоксида циркония

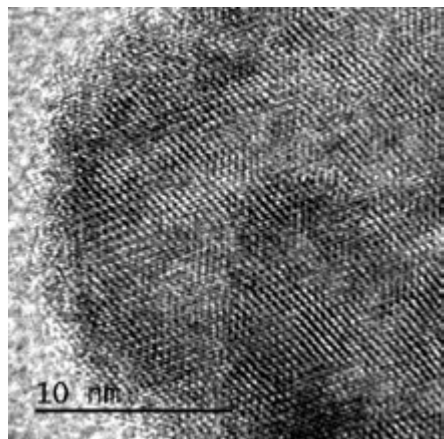


Рис. 2. Наночастица диоксида титана

с течением времени для катализаторов описанного выше композитного оксида кремния и титана. Наиболее эффективен катализатор нашей разработки (светло-зелёная линия).

Работы по синтезу и исследованию основных свойств проводились в ЮУрГУ на оборудовании НОЦ "Нанотехнологии". Исследования каталитических свойств выполнялись совместно с коллегами из университета Овьедо (Испания). Такой симбиоз привёл к высокой эффективности работы и публикации результатов в высокорейтинговых изданиях ("Applied Catalysis A: General" – импакт-фактор 4,038, "Colloid and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects" – 2,494 и др.).

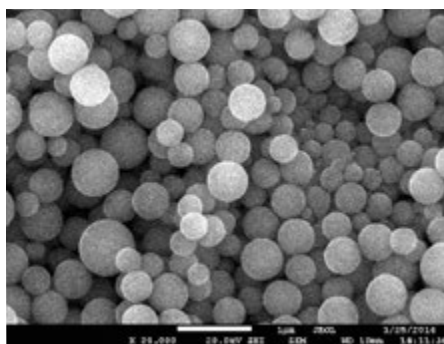


Рис. 5. Сферические частицы рабочего катализатора

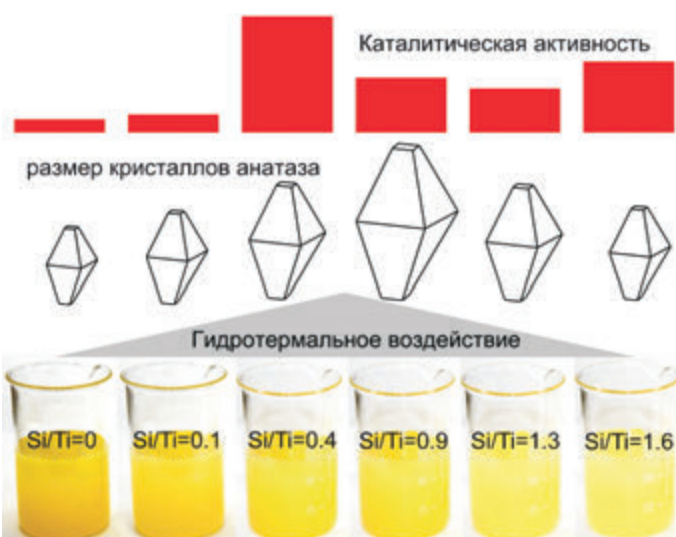


Рис. 3. Свойства композитных оксидных кремний-титановых катализаторов с разным мольным соотношением Si/Ti

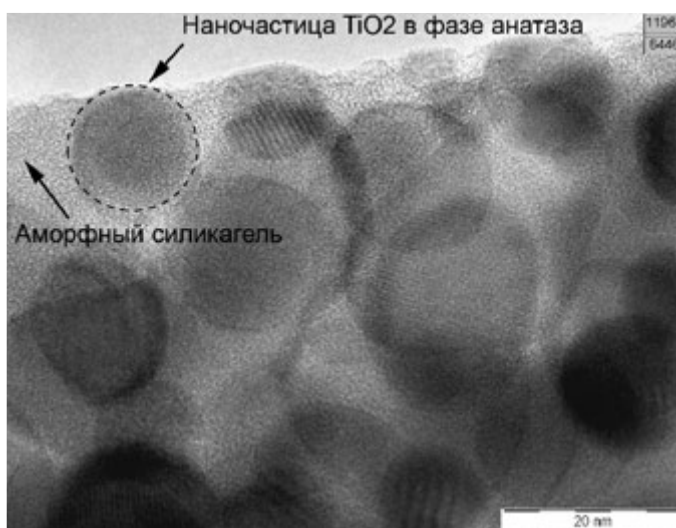


Рис. 4. Композитный оксидный кремний-титановый катализатор в просвечивающем электронном микроскопе

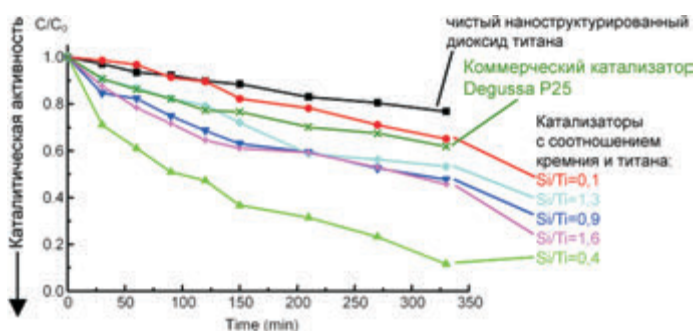


Рис. 6. Каталитическая активность коммерческого и разработанных в ЮУрГУ кремний-титановых катализаторов в реакции деструкции органического загрязнителя

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНТЕНСИВНЫХ КОРПУСКУЛЯРНЫХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТ- НЫХ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ С МЕТАЛЛАМИ И ДИСПЕРСНЫМИ СРЕДАМИ

Работа посвящена исследованию массопереноса вещества в приповерхностных слоях, включая систему “пленка-подложка”, формирования рельефа обрабатываемой поверхности, объемной структуры материала, исследования зависимости плотности дислокаций и остаточных напряжений от параметров облучения для гомогенных и гетерогенных сред, включая систему “пленка-подложка”.

Руководитель проекта - д.ф.-м.н. А.П. Яловец

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Теоретические и экспериментальные исследования механизмов передачи энергии веществу при обработке металлов и различных дисперсных сред интенсивными потоками энергии, физических процессов в ультрадисперсной среде при электронной и лазерной обработке в процессах селективного спекания, физико-химических процессов в конденсированных гетерогенных средах при воздействии мощных электрических разрядов

ПУБЛИКАЦИИ

12 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в SCOPUS

2 статьи в Web of Science

9 статей в РИНЦ

СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Обработка материалов интенсивными корпускулярными и электромагнитными потоками энергии с целью изменения физических или химических свойств поверхности обрабатываемого объекта является одним из важных вопросов материаловедения. Следствием обработки являются: повышение усталостных характеристик, сглаживание микрорельефа облучаемой поверхности, формирование поверхностных сплавов и увеличение их адгезии с материалом подложки, удаление жаростойких защитных покрытий, повышение стойкости твердосплавного режущего инструмента.

Такая обработка материалов имеет разностороннее применение: используется в автомобилестроении, авиастроении, медицине, атомной промышленности и других областях, то есть там, где к материалам предъявляются особые требования - повышенная износоустойчивость, окислостойкость и малое трение, биосовместимость, хорошая адгезия покрытия и т.д.

Поскольку в настоящее время в указанных отраслях все большее применение находят новые технологии получения функциональных материалов (электронно-лучевая, лазерная, плазменная обработка, селективное спекание и др.), исследование воздействия излучений на такие материалы представляется сегодня чрезвычайно актуальной задачей. Разработка теоретических

моделей процессов взаимодействия интенсивных потоков излучения с различными средами продиктована необходимостью понимания наблюдаемых явлений, что позволит создать научную базу соответствующих методов обработки конструкционных материалов.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Создана установка по генерации компрессионных плазменных потоков (КПП). Длительность импульса - 70-90 мкс, скорость плазмы - 10-20 км/с, температура - 1-3 эВ.

2. Разработана математическая модель взаимодействия компрессионных плазменных потоков с веществом, на основании которой показано, что радиационный поток энергии сопоставим с тепловым потоком.

3. Разработана математическая модель массопереноса вещества при обработке интенсивными потоками энергии. Среди основных механизмов массопереноса рассматриваются: термостимулированная диффузия, неустойчивость тейлоровского типа, неустойчивость Кельвина - Гельмгольца, конвективная неустойчивость.

4. Разработана математическая модель формирования микрорельефа поверхности вещества при обработке компрессионными плазменными потоками.



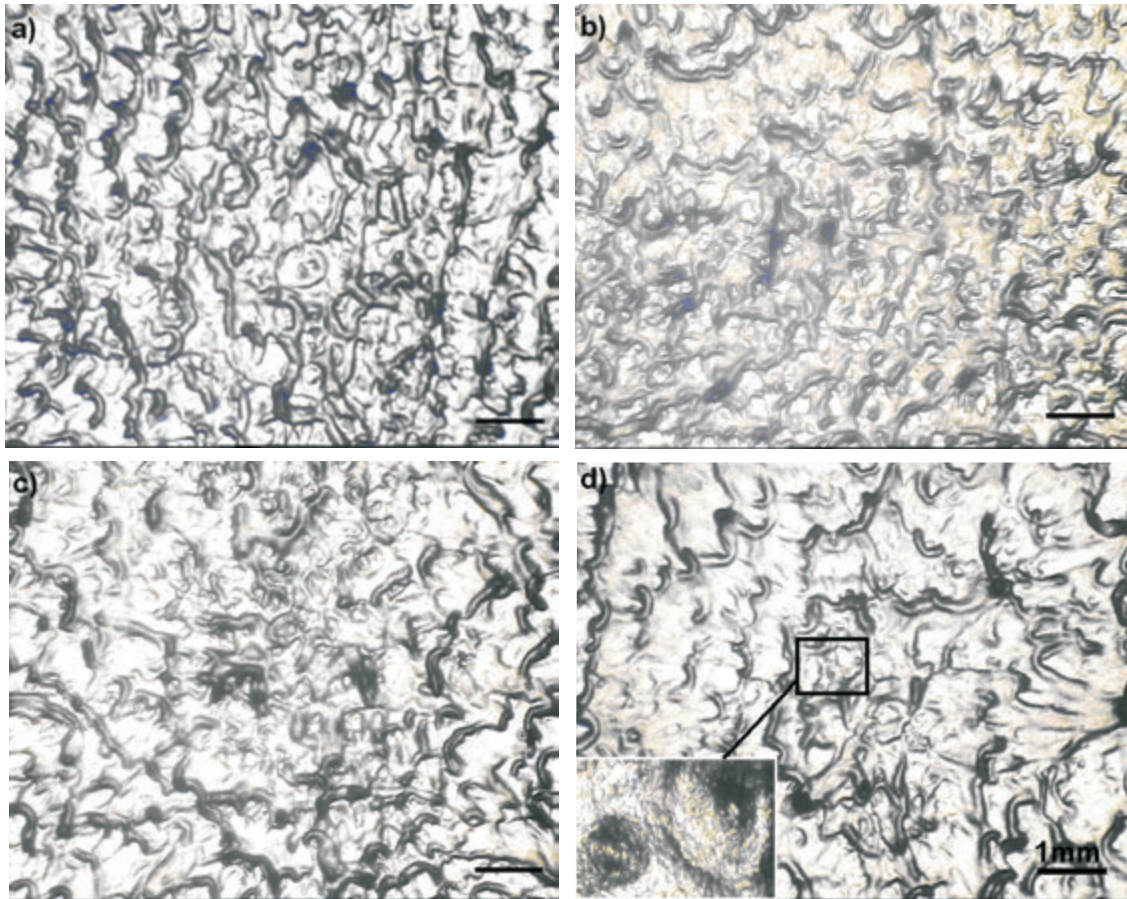


Рис. 1. Поверхность образца ст.3, после обработки КПП, а) $W=20$ Дж/см², б) $W=25$ Дж/см², в) $W=30$ Дж/см², д) $W=35$ Дж/см²

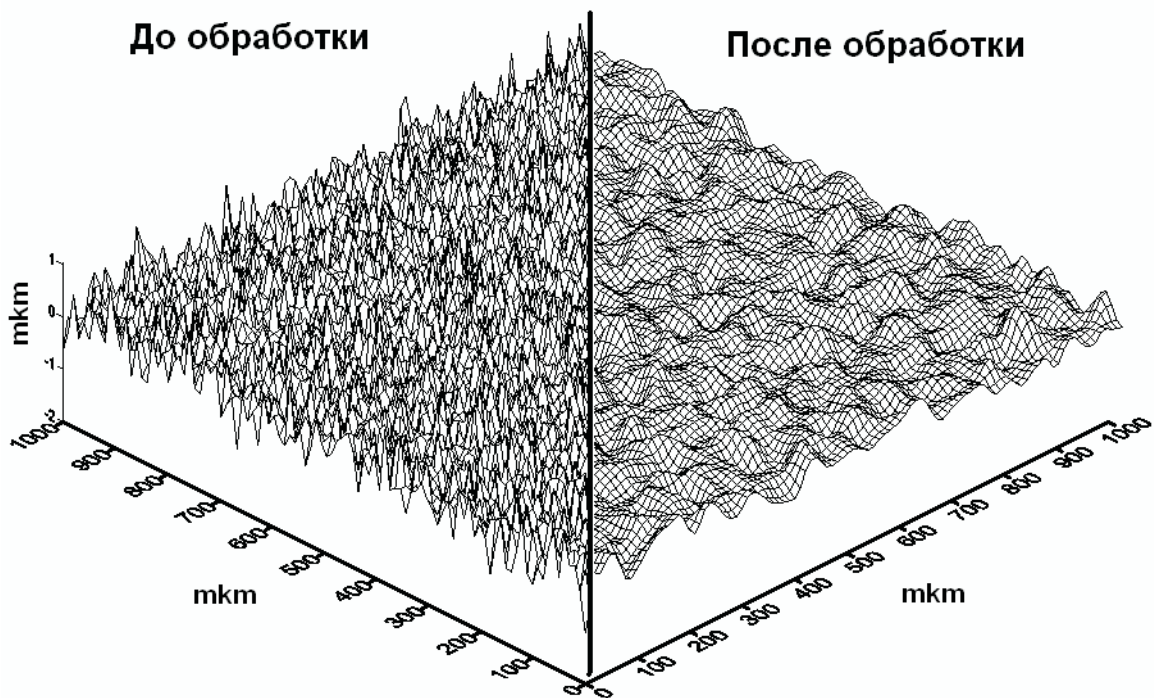


Рис. 2. Математическое моделирование поверхности железной мишени после обработки плазменным потоком (до и после обработки): тепловой поток $Q = 5 \times 10^9$ Вт/м²; время воздействия 50 мкс; количество импульсов 1.

СТОХАСТИЧЕСКИЕ И ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ СОБОЛЕВСКОГО ТИПА В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

Проект направлен на создание общей теории стохастических и детерминированных моделей соболевского типа, имеющих технические и физические приложения, в основе которых лежат уравнения соболевского типа или системы леонтьевского типа, в том числе и с шумами. Рассмотрены теоретические аспекты математического моделирования, разработаны приложения. Разработаны алгоритмы, в том числе с учетом параллельных вычислений, проведены вычислительные эксперименты. Рассмотрены задачи оптимального измерения с учетом резонансов и с аддитивным случайным внешним воздействием. В приложения включены различные начальные задачи для неклассических уравнений, определенных не только на ограниченных областях конечномерного пространства, но и на множествах иной геометрической природы - таких, как графы и римановы многообразия.

Руководитель проекта - д.ф.-м.н. Г.А. Свиридюк

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Создание общей теории стохастических и детерминированных моделей соболевского типа.

Разработка и изучение на качественном уровне математической модели измерительного устройства (ММИУ), которая предназначена для восстановления сигналов искаженных механической инерционностью реального измерительного устройства (РИУ) и резонансами в его цепях.

Разработка алгоритмов численного анализа ММИУ.

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

5 статей
в SCOPUS

5 статей
в Web of Science

Теория оптимальных измерений – новое направление исследований динамических измерений, возникшее в результате совместной работы двух научных школ проф. А.Л. Шестакова и проф. Г.А. Свиридюка. Восстановление динамически искаженных сигналов измерительного устройства является неотъемлемой частью в проектировании и использовании датчиков широкого назначения. Сложные и дорогостоящие натурные эксперименты требовали нахождения математического аппарата, позволяющего качественно и численно решать задачи динамических измерений. Математическим фундаментом стали результаты теории уравнений соболевского типа, полученные в научной школе Г.А. Свиридюка.

За 2012-2014 гг. А.Л. Шестаковым и Г.А. Свиридюком предложены математические модели восстановления сигналов, динамически искаженных как измерительным устройством, так и приводящими помехами, в том числе – стохастическими, представлена новая концепция “белого шума”. Их учениками разработаны методы численного расчета, сконструированы и зарегистрированы комплексы программ. Результаты вычислительных и натурных экспериментов хорошо согласуются.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Одной из задач коллектива является изучение помех, вызываемых сопутствующим входящему сигналу белым

шумом. Однако широко распространенная ныне концепция белого шума (БШ), где БШ представлен обобщенной производной винеровского процесса, не укладывалась в рамки математической модели измерительного устройства (ММИУ). Г.А. Свиридюком предложена новая концепция “белого шума” (“БШ”), где под “БШ” понимается производная Нельсона – Гликлиха (симметрическая производная в среднем) винеровского процесса. Предложенная концепция “БШ” имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной.

Во-первых, “БШ” имеет нулевое математическое ожидание. Во-вторых, “БШ” совпадает с производной броуновского движения в теории Эйнштейна – Смолуховского (винеровский процесс является моделью броуновского движения именно в данной теории). Наконец, новая концепция “БШ” позволяет получать точные решения различных начальных (конечных) задач для уравнений соболевского типа, что в свою очередь дает возможность построения контрольных примеров для проверки вычислительных экспериментов.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Концепция “белого шума”, первоначально построенная в конечномерных пространствах, переносится в бесконечномерные пространства. Цель переноса - развитие теории



стохастических уравнений соболевского типа и разработка приложений, имеющих практическую значимость. Для достижения цели вводится производная Нельсона - Гликлиха и строятся пространства "шумов". Уравнения соболевского типа с относительно p -ограниченными операторами первого порядка и уравнения соболевского типа высокого порядка с относительно p -секториальными операторами рассматриваются в пространствах дифференцируемых "шумов", причем доказываются существование и единственность их классических решений. В качестве приложения рассматривается стохастическое уравнение Баренблатта - Желтова - Кочинной в ограниченной области с однородным граничным условием Дирихле и начальным условием Шоултера - Сидорова, а также исследуется модель Буссинеска - Лява с аддитивным "белым шумом".

2. Изучена линейная модель плоскопараллельной термоконвекции вязкоупругой несжимаемой жидкости, которая представляет собой гибридную систему уравнений Осколкова и уравнения теплопроводности в приближении Обербека - Буссинеска, заданных в двумерной области с условиями Бенара. Доказана теорема об однозначной разрешимости многоточечной начально-конечной задачи.

3. Доказаны обобщенные теоремы о расщеплении пространств и действий операторов для уравнений соболевского типа в случае относительно ограниченного, относительно секториального и относительно радиальных операторов.

4. Рассмотрена задача оптимального управления для уравнения соболевского типа второго порядка с относительно полиномиально ограниченным операторным пучком. Доказаны существование и единственность сильного решения задачи Шоултера - Сидорова для этого уравнения. Получены необходимые и достаточные условия существования и единственности оптимального управления такими решениями. Изучена задача Шоултера - Сидорова - Дирихле для нелинейного уравнения Буссинеска - Лява. Доказаны существование и единственность локального решения.

5. Выполнен обзор результатов А.А. Замышляевой в области математических моделей на основе уравнений соболевского типа высокого порядка. Теория построена на основе известных фактов по разрешимости начальных (начально-конечных) задач для уравнений соболевского типа первого порядка.

Идея базируется на обобщении теории вырожденных (полу)групп операторов на случай уравнений соболевского типа высокого порядка: расщеплении пространств, действиях всех операторов, построении пропагаторов и фазового пространства однородного уравнения, а также множества допустимых начальных значений для неоднородного уравнения. Используется уже хорошо зарекомендовавший себя при решении уравнений соболевского типа метод фазового пространства, заключающийся в редукции сингулярного уравнения к регулярному, определенному на некотором подпространстве исходного пространства.

В работе проводится редукция математических моделей к начальным (начально-конечным) задачам для абстрактного уравнения соболевского типа высокого порядка.

Полученные результаты могут найти дальнейшее применение при исследовании задач оптимального управления, нелинейных математических моделей, а также для построения теории уравнений соболевского типа высокого порядка в квазибанаховых пространствах.

6. Получен программный продукт "Численное исследование движения жидкости, фильтрующейся в трещиновато-пористой среде со случайным внешним воздействием", предназначенный для моделирования данного процесса. Он позволяет определять изменение течения и фильтрации жидкости и прогнозы её дальнейшего перемещения посредством наблюдений в различных точках в разные моменты времени с учетом случайного внешнего воздействия.

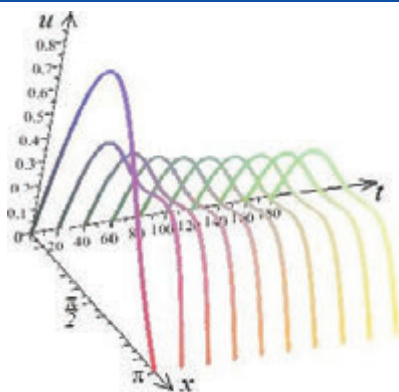


Рис.1. Динамика изменения эффективной насыщенности в тонком пористом канале, омываемом с двух концов несмачивающей фазой (нефтью) и частично заполненным смачивающей фазой (водой) в начальный момент времени

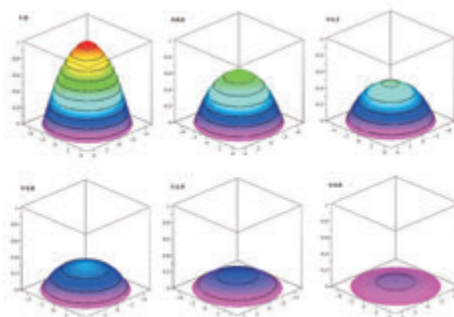


Рис. 2. Процесс распространения волн на мелкой воде при различных значениях параметров, характеризующих среду

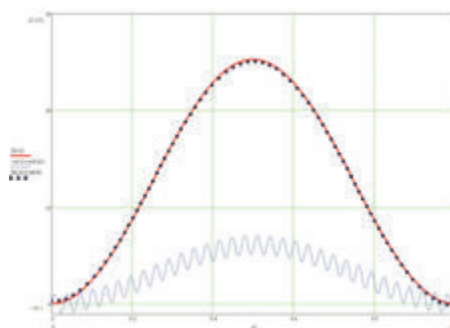


Рис. 3. Динамические измерения на основе методов теории управления. Результаты моделирования



ПЛАТФОРМА MJOLNIRR: ЧАСТНАЯ ОБЛАЧНАЯ PaaS-ПЛАТФОРМА НА БАЗЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

В проекте предлагается платформа Mjolnirr, обеспечивающая создание частных облачных PaaS (Platform as a Service) систем на базе гетерогенных распределенных вычислительных сред. Приложение на платформе Mjolnirr представляет собой набор независимых компонентов, осуществляющих коммуникацию посредством обмена сообщениями. Это позволяет легко создавать гибкие и масштабируемые распределенные системы.

Руководитель проекта - к.ф.-м.н. Г.И. Радченко

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка частной облачной PaaS-платформы Mjolnirr, поддерживающей компонентно-ориентированную разработку приложений и обеспечивающей прозрачный обмен сообщениями между компонентами

ПУБЛИКАЦИИ

2 магистерские диссертации

8 научных статей

5 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в SCOPUS

2 статьи в РИНЦ

В последнее десятилетие доминирующим методом предоставления удаленных вычислительных ресурсов для решения практических задач стало применение таких ресурсов в соответствии с концепцией облачных вычислений. Облачные вычислительные ресурсы предоставляются конечному пользователю автоматически по запросу, в соответствии с моделью "оплата по мере использования", что, с одной стороны, позволяет оптимизировать затраты на их использование, а с другой стороны, обеспечивает возможность гибкого масштабирования предоставляемых ресурсов в зависимости от текущей загрузки.

С точки зрения разработчиков и профессиональных пользователей наибольший интерес представляют возможности, предоставляемые поставщиками облачных решений в соответствии с моделями IaaS (Infrastructure as a Service, "Инфраструктура как сервис") и PaaS (Platform as a Service, "Платформа как сервис"). Модель IaaS ориентирована на предоставление потребителям низкоуровневых решений, таких как системы обработки, хранения и передачи данных, реализованных в рамках концепции виртуальных машин. С другой стороны, модель PaaS предоставляет более высокий уровень абстракции к вычислительным ресурсам, обеспечивая прозрачный механизм развертывания в облачной инфраструктуре приложений, созданных с использованием языков программирования, библиотек, служб и инструментария, предоставленного поставщиком облачных ресурсов.

Авторами проекта предлагается платформа Mjolnirr, обеспечивающая создание частных облачных PaaS-систем на основе компонентно-ориентированного подхода. Любую библиотеку или программу на Java возможно реализовать на основе Mjolnirr

как сервис. С точки зрения разработчика, приложение на платформе Mjolnirr представляет собой набор независимых компонентов, осуществляющих коммуникацию посредством обмена сообщениями.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработана архитектура частной облачной платформы Mjolnirr, состоящая из следующих основных частей: прокси — сервис, обеспечивающий доступ к облачной платформе внешним клиентам, очередь сообщений — сервис, обеспечивающий обмен сообщениями между пользовательскими и системными компонентами, контейнеры — сервисы, отвечающие за размещение пользовательских компонентов на вычислительных узлах, компоненты — пользовательские приложения, созданные для работы на платформе Mjolnirr (рис. 1). Особенностью планирования ресурсов в частной облачной PaaS-системе Mjolnirr является то, что система не нуждается во внешнем управлении распределением задач среди приложений, развернутых в системе. Каждое из приложений после выполнения задачи сразу же самостоятельно запрашивает новую задачу из очереди сообщений (рис. 2).

2. Реализован и развернут на ресурсах суперкомпьютерного центра ЮУрГУ прототип облачной платформы Mjolnirr. Для реализации системы разработан механизм определения интерфейса пользовательских компонентов на основе механизма аннотаций языка Java 6.

3. Разработана система моделирования и оценки производительности алгоритмов планирования частных



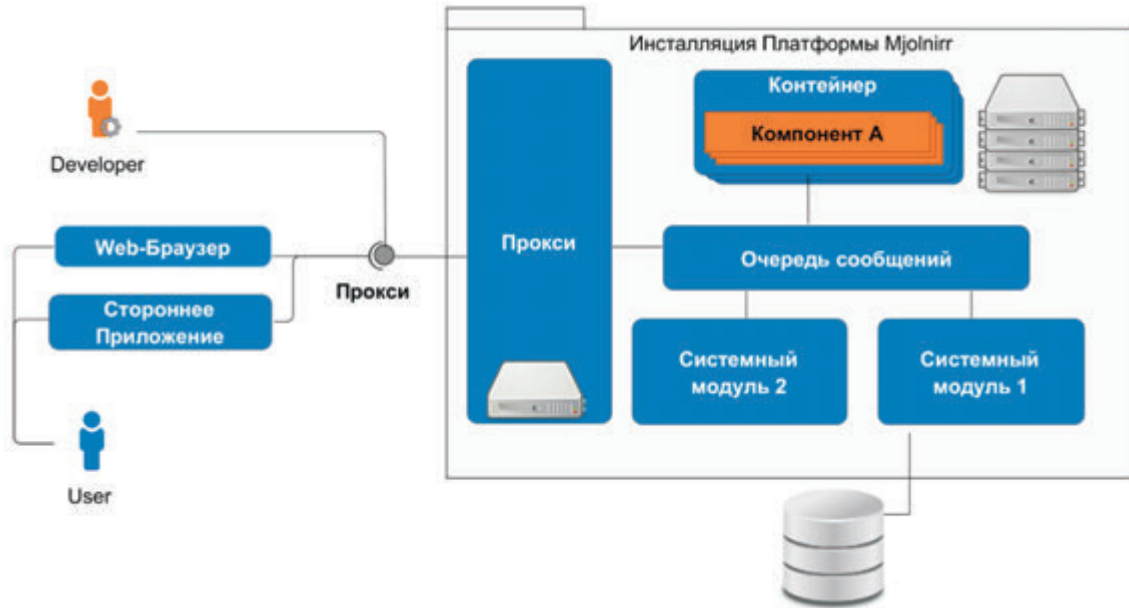


Рис. 1. Архитектура облачной платформы Mjolnir



Рис. 2. Процесс исполнения запроса в облачной платформе Mjolnir

облачных PaaS-систем. Данная система обеспечивает анализ эффективности алгоритмов автоматизированного планирования задач и диспетчеризации вычислительных ресурсов платформы Mjolnir. Адекватность разработанной системы моделирования протестирована посредством сопоставления результатов моделирования с результатами экспериментальной задачи вычислительной задачи в облачной среде. Сравнение результатов работы модели и данных вычислительного эксперимента показало, что относительная погрешность оценки времени выполнения задач платформы Mjolnir составляет 5.2%. Это показывает, что модель корректна и пригодна для разработки алгоритмов планирования созданной платформы (рис. 3).

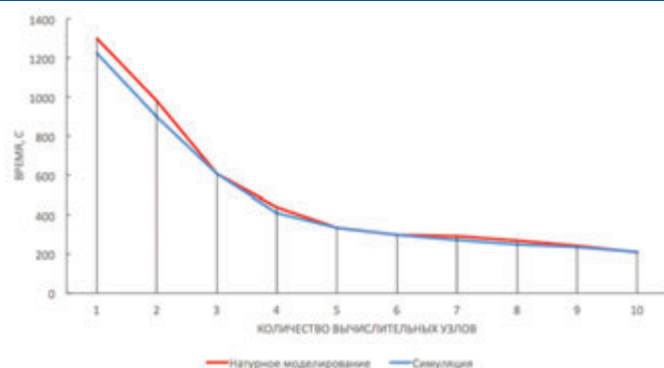


Рис. 3. Сравнение времени выполнения задачи на реальной системе и результатов симуляции



РАЗРАБОТКА МАСШТАБИРУЕМЫХ МЕТОДОВ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НА МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ С ОБЩЕЙ И РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПАМЯТЬЮ

В настоящее время одним из феноменов, оказывающих существенное влияние на область технологий обработки данных, являются Большие Данные (BigData). В условиях современного информационного общества имеется широкий спектр приложений (социальные сети, электронные библиотеки, геоинформационные системы и др.), в каждом из которых производятся данные, имеющие сверхбольшие объемы и высокую скорость прироста (от 1 Терабайта в день). Интеллектуальный анализ предполагает поиск трендов и аномалий, скрытых в этих данных. В проекте исследуются методы и алгоритмы, обеспечивающие эффективный интеллектуальный анализ сверхбольших объемов данных на современных многопроцессорных системах с общей и распределенной памятью.

Руководители проекта - д.т.н. Л.Б. Соколинский, к.ф.-м.н. М.Л. Цымблер

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка и исследование новых масштабируемых методов и параллельных алгоритмов интеллектуального анализа данных на гибридных многопроцессорных системах с многоядерными ускорителями класса MIC

ПУБЛИКАЦИИ

1 кандидатская диссертация

25 научных статей

17 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в SCOPUS

23 статьи в РИНЦ

Сверхбольшие реляционные базы данных сохраняют в структурированном виде результаты интеллектуального анализа Больших Данных, требующие параллельной обработки. Существующие сегодня коммерческие СУБД, использующие фрагментный параллелизм (Teradata, Greenplum и др.), имеют высокую стоимость и ориентированы на специфические аппаратно-программные платформы. Альтернативой коммерческим СУБД являются свободные СУБД с открытым исходным кодом (PostgreSQL, MySQL и др.).

Авторами предложена идея модернизации существующего исходного кода свободной последовательной СУБД для построения на ее основе параллельной СУБД для кластерных вычислительных систем путем внедрения фрагментного параллелизма.

Эффективное решение задачи разбиения графов имеет большое значение в ряде теоретических и практических задач: определения числа и состава компонент связности графа и представления графа в виде ярусно-параллельной формы, проектирование БИС (больших интегральных схем) и ПЛИС (программируемых логических интегральных схем), проектирование топологии локальных сетей, конечно-элементное моделирование и др.

Существующие алгоритмы предполагают возможность размещения графов и промежуточных данных обработки в оперативной памяти и неприменимы для случая сверхбольших графов. Был предложен метод обработки сверхбольших графов на основе использования параллельной реляционной СУБД PostgreSQL. Метод предполагает представление графа в виде реляционной таблицы (списка ребер), которая распределяется по узлам кластерной системы и обрабатывается параллельной СУБД с помощью запросов SQL.

Задача поиска похожих подпоследовательностей возникает в широком спектре предметных областей: медицина, прогноз погоды, анализ движений, финансы и др. В настоящее время наиболее популярной мерой схожести подпоследовательностей является динамическая трансформация шкалы времени (DynamicTimeWarping, DTW), однако, несмотря на существующие техники ускорения, DTW остается вычислительно сложной операцией. Был предложен параллельный алгоритм поиска похожих подпоследовательностей временного ряда, совместно использующий мощности центрального процессора и многоядерного сопроцессора Intel Xeon Phi.



РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработана технология внедрения фрагментного параллелизма в свободные реляционные СУБД с открытым исходным кодом. Технология позволяет получить эффективное и относительно недорогое решение для организации хранения и обработки сверхбольших баз данных, обладающее хорошей масштабируемостью. На основе данной технологии разработана параллельная СУБД PargreSQL, являющаяся параллельной версией СУБД PostgreSQL [рис. 1].

2. Разработан метод разбиения сверхбольших графов на основе использования параллельной СУБД. Метод позволяет выполнять разбиение графов из миллионов вершин и ребер, которые не могут быть размещены в оперативной памяти [рис. 2].

3. Разработан параллельный алгоритм поиска похожих подпоследовательностей временного ряда для многоядерных сопроцессоров IntelXeonPhi. Алгоритм позволяет получить практически 100% использование сопроцессора в вычислениях и дает 10-ти кратное превосходство в быстродействии по сравнению с последовательным алгоритмом и 3-х кратное превосходство по сравнению с параллельным алгоритмом, не использующим сопроцессор [рис. 3].

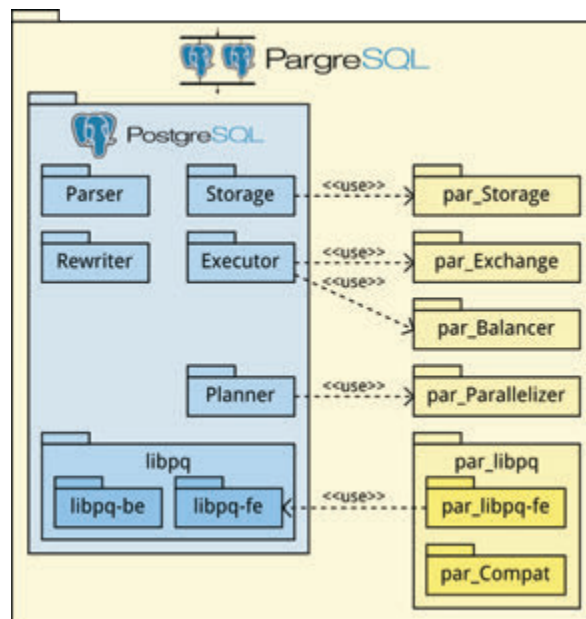
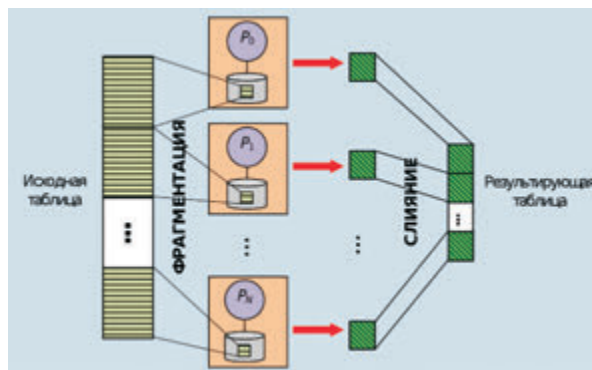


Рис. 1. Архитектура параллельной СУБД PargreSQL

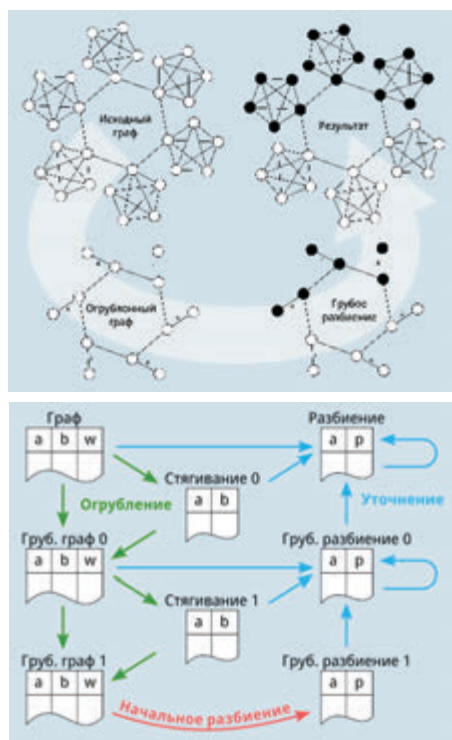


Рис. 2. Разбиение сверхбольших графов

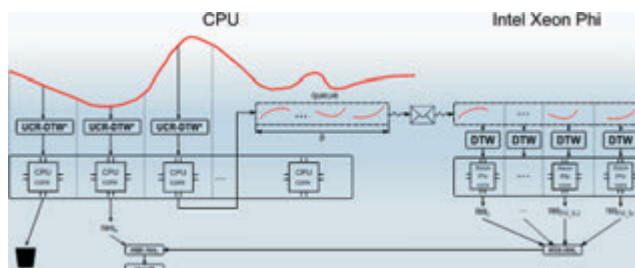
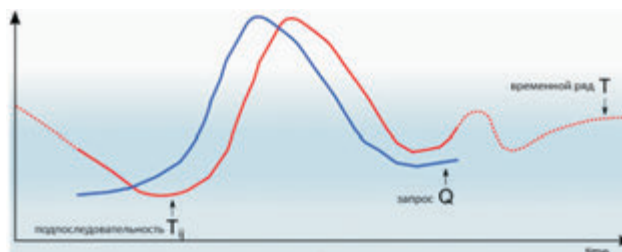


Рис. 3. Параллельный алгоритм поиска похожих подпоследовательностей временного ряда



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ НА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ С МНОГОЯДЕРНЫМИ УСКОРИТЕЛЯМИ

В работе предлагается математическая модель мультипроцессора баз данных, оснащенного многоядерными сопроцессорами, позволяющая моделировать передачу данных между сопроцессором и основной памятью в сжатом виде. Модель включает в себя модель аппаратной платформы, модель операционной среды и стоимостную модель. На базе предложенной модели разработан эмулятор, позволяющий оценить применимость методов сжатия при передаче данных между сопроцессором и основной памятью.

Руководитель проекта - к.ф.-м.н. П.С. Костенецкий

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка математической модели, позволяющей моделировать многопроцессорные системы баз данных, оснащенные многоядерными сопроцессорами

ПУБЛИКАЦИИ

2 магистерские диссертации

19 научных статей

12 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в SCOPUS

14 статей в РИНЦ

В настоящее время одним из перспективных направлений развития параллельных систем баз данных является использование гибридных вычислительных комплексов с узлами, содержащими многоядерные сопроцессоры. Для исследования произвольных многопроцессорных конфигураций обычно используются математические модели. В работе предложена новая математическая модель мультипроцессора баз данных, оснащенного многоядерными сопроцессорами, являющаяся расширением модели DMM. Модель включает в себя модель аппаратной платформы, модель операционной среды и стоимостную модель.

Основными элементами модели аппаратной платформы являются - процессорный модуль, сопроцессорный модуль и модуль коммутатора. В рамках данной модели аппаратные архитектуры систем баз данных представляются в виде HDM-деревьев. Узлы HDM-деревьев представляют собой процессорные модули, сопроцессорные модули и модули сетевого коммутатора. Ребра дерева соответствуют каналам передачи данных. На HDM-дерево накладываются следующие ограничения:

- корневым узлом HDM-дерева может быть только модуль сетевого коммутатора;
- листовым узлом HDM-дерева могут быть только сопроцессорные модули;
- сопроцессорные модули могут быть связаны с сетевым коммутатором только посредством процессорного модуля.

На рис. 1 представлен пример моделируемой аппаратной конфигурации системы баз данных. Система представляет кластер с вычислительными узлами, содержащими многоядерные ускорители.

Предполагается, что к моменту начала выполнения запроса база данных уже целиком равномерно распределена в оперативной памяти кластера между всеми процессорными модулями. Обработка операции соединения производится только на сопроцессорных модулях.

Модель операционной среды.

Минимальной единицей данных в предлагаемой модели будем считать кортеж. Допустим, все кортежи имеют одинаковый размер. При обработке кортежи могут делиться сопроцессорным модулем на две группы – свои и чужие. Свои кортежи – это кортежи, которые должны быть обработаны на данном сопроцессорном модуле. Чужие кортежи должны быть обработаны на других сопроцессорных модулях. Номер сопроцессорного модуля, которому необходимо передать чужие кортежи, определяется с помощью функции пересылки.

Время передачи данных между вычислительным узлом и сопроцессором можно уменьшить, применив сжатие данных в СУБД. Будем считать, что данные в моделируемой СУБД хранятся в сжатом виде. Данные разбиты на фрагменты, называемые томами. Размер тома зависит от количества кортежей, содержащихся в томе, и коэффициента сжатия данных. Коэффициентом сжатия данных будем называть отношение объема сжатых данных к объему исходных данных. Коэффициент перекоса указывает долю своих кортежей в томе. Время работы модели разбивается на такты.

На основе предложенной модели мультипроцессоров баз данных, оснащенных многоядерными сопроцессорами, разработан эмулятор, позволяющий оценить применимость методов сжатия



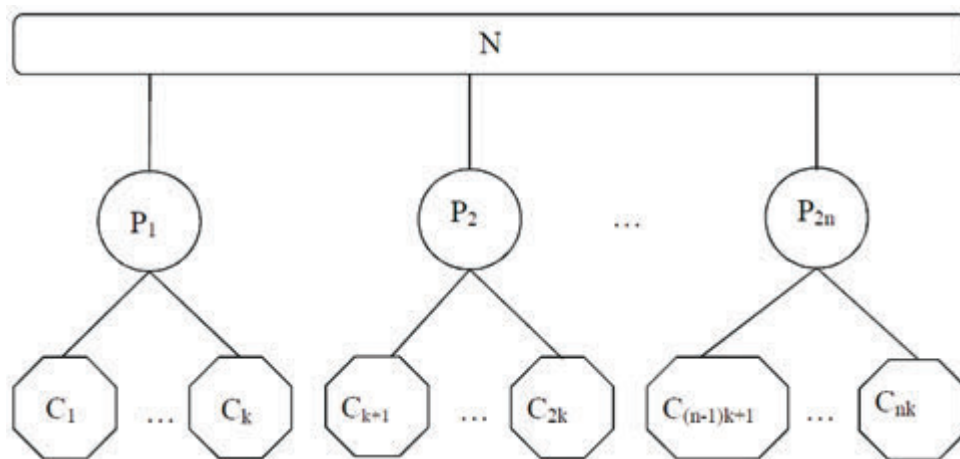


Рис. 1. Пример аппаратной конфигурации в виде HDM-дерева

при передаче данных между сопроцессором и основной памятью. Один такт работы модели представлен на рис. 2.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ЭМУЛЯТОРА

- Сопроцессорный модуль за один такт обрабатывает один том данных.
- Процессорный модуль передает необработанный том данных на сопроцессорный модуль. Если в буфере процессорного модуля есть том для передачи на сопроцессор, то он отправляет этот том в очередь модуля коммутатора, либо в очередь своего сопроцессора.
- Модуль коммутатора извлекает из своей очереди тома данных и отправляет их получателям – в буфер процессорного модуля.

При проведении вычислительных экспериментов предполагалось, что отношения R и S имеют общий атрибут A. Отношение S фрагментировано по общему атрибуту, отношение R фрагментировано по всем узлам по произвольному атрибуту. Процентное содержание «своих» кортежей во фрагментах отношения R определялось коэффициентом перекоса. В ходе экспериментов на суперкомпьютере «Торнадо ЮУрГУ» вычислялось естественное соединение отношений R и S с использованием алгоритма МНЖ с различным значением перекоса (рис. 3). С помощью разработанного эмулятора было произведено моделирование выполнения алгоритма МНЖ на HDM-дереве, описывающем архитектуру суперкомпьютера «Торнадо ЮУрГУ» (рис. 4). Сравнение результатов экспериментов показало, что эмулятор адекватно моделирует выполнение транзакции на вычислительном кластере.

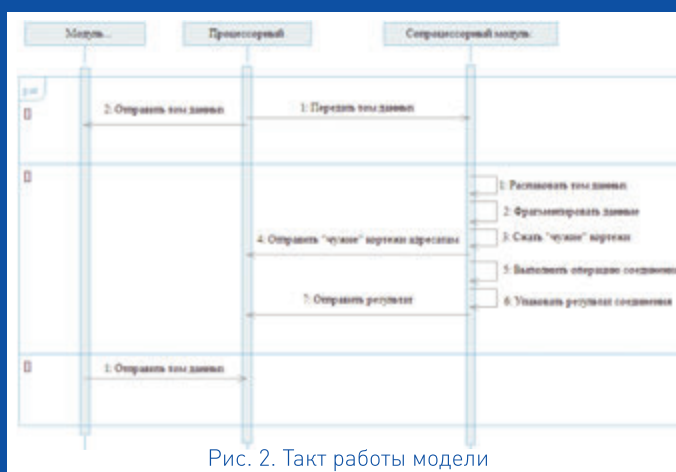


Рис. 2. Такт работы модели

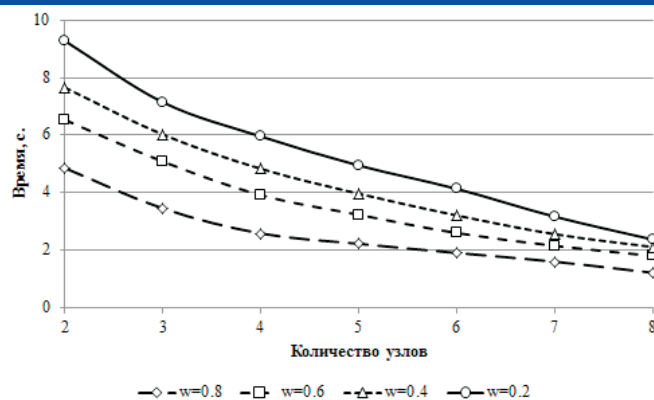


Рис. 3. Выполнение операции соединения на суперкомпьютере «Торнадо ЮУрГУ»

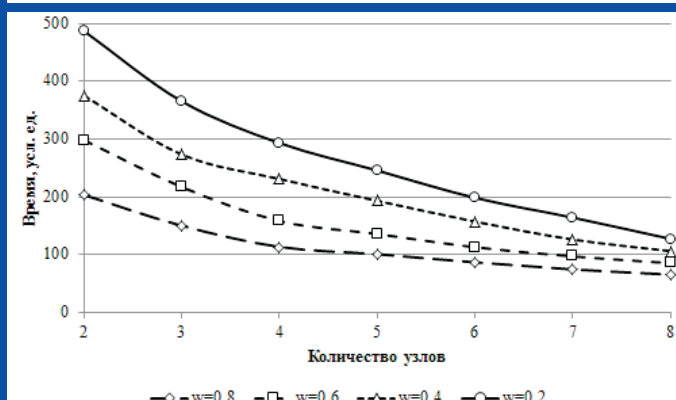


Рис. 4. Моделирование выполнения запроса на эмуляторе







ТЕХНИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Создание высокотехнологичного производства антенн и аппаратных модулей для двухчастотного радиомаячного комплекса системы посадки метрового диапазона формата ILS III категории Iсао для аэродромов гражданской авиации, включая аэродромы с высоким уровнем снежного покрова и сложным рельефом местности.....	24
Создание высокотехнологичного производства модельного ряда инновационных энергосберегающих трамвайных вагонов модульной конструкции для развития городских пассажирских транспортных систем.....	26
Создание производства модельного ряда микротурбинных энергоустановок нового поколения.....	28
Разработка энергосберегающей геоинформационной системы реального времени для оптимального управления теплогидравлическими режимами систем теплоснабжения муниципального образования.....	30
Проведение прикладных исследований в области технологий высоконадежных систем энергосбережения объектов различного назначения на основе современных устройств альтернативной и гибридной генерации, аккумуляции, распределения и потребления энергии.....	32
Разработка научно-технических решений по управлению распределением мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей для повышения их энергоэффективности и топливной экономичности.....	34
Исследование и разработка технических решений по созданию энергоэффективных форсированных дизелей специального назначения для наземных транспортных машин	36
Снижение тепломеханической нагруженности, износа и повышение ресурса прецизионных сопряжений распылителей топлива в дизелях.....	38
Высокоэффективная керамокомпозитная броня плавающего броневедомола.....	40
Теория технологической обрабатываемости материалов в процессах абразивной обработки	42
Разработка составов, технологии получения и обработки многослойных конструкционно-функциональных полимерных нанокompозитов.....	44
Анализ фазовых равновесий в многокомпонентных системах, сопряжённых с металлическими расплавами.....	46
Исследование закономерностей формирования и функционирования композиционных сорбционно-фотокаталитических систем на основе тройных силикатов в режиме саморегулирования.....	48
Теоретические и технологические основы энергосберегающего метода противоблоксной обработки поковок в термосе.....	50
Фундаментальные основы конструирования высокофункциональных слоистых композиционных материалов с задаваемым комплексом механических и физических свойств за счет введения мелкодисперсных фаз с различной удельной плотностью.....	52
Разработка технологии пирометаллургического восстановления шлаков сталеплавильного производства.....	54
Разработка методов создания металлокерамических композиционных материалов путём введения в кристаллизующийся расплав дисперсных частиц карбидов.....	56
Термодинамический анализ фазовых равновесий, реализующихся в системах "жидкий металл – сопряжённые вещества", являющихся основой перспективных технологий.....	58
Разработка технологии производства нового класса бессвинцовистых экологически чистых легкообрабатываемых сталей.....	60
Исследование растворимости легирующих элементов с низкими температурами плавления и кипения в жидких и твёрдых сплавах на основе железа.....	62
Энергосберегающие перспективные электроприводы переменного тока на базе интегрирующих устройств управления.....	64
Численное моделирование ветрового воздействия на уникальные здания.....	66
Теория сонохимического воздействия в процессах гидратации белков.....	68

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА АНТЕНН И АППАРАТНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ДВУХЧАСТОТНОГО РАДИОМАЯЧНОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ ПОСАДКИ МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ФОРМАТА ILS III КАТЕГОРИИ ICAO ДЛЯ АЭРОДРОМОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ АЭРОДРОМЫ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ МЕСТНОСТИ

Россия – северная страна. В зимнее время большая часть её территории имеет снежный покров. С появлением снежного покрова изменяется формируемая радиомаяками траектория захода самолётов на посадку. Уборка снега перед антеннами радиомаяков связана с большими материальными затратами, поскольку объём убираемого снега может превышать 24 000 м³. Реализуемый проект позволит создать систему посадки, выходные параметры которой принципиально не зависят от уровня снежного покрова.

Руководитель проекта - д.т.н. А.Л. Шестаков

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание высокотехнологичного производства антенн и аппаратных модулей радиомаячных систем посадки самолётов и выход на российский и международный рынки наземных средств радиотехнического обеспечения полетов с высококонкурентной продукцией, обладающей качественными преимуществами по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами

ПУБЛИКАЦИИ

11 научных статей

5 научных докладов

9 патентов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в SCOPUS

13 статей в РИНЦ

Разрабатываемые в рамках проекта антенны и аппаратные модули предназначены для построения системы обеспечения инструментального захода самолетов на посадку ILS по нормам III категории ИКАО для аэродромов со сложным рельефом местности и/или с высоким уровнем снежного покрова при ее установке на аэродроме (впервые или при замене ранее установленной системы ILS). При этом СП-2010 решает на новом, более высоком уровне задачи повышения безопасности и регулярности полетов.

За счет реализации новых принципов построения и конструкции глассадной антенны обеспечивается:

- стабильность характеристик системы посадки при изменении уровня и свойств подстилающей поверхности;
- снижение затрат на эксплуатацию систем посадки.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Получена и запатентована антенна глассадного радиомаяка (ГРМ), (патент РФ на изобретение № 2429 499), применение которой обеспечивает формирование стабильной траектории снижения самолетов при изменении высоты снежного покрова. В качестве излучающего элемента глассадной антенной решётки применена оригинальная широкополосная резонаторная антенна с частично прозрачной стенкой (патент РФ на изобретение №2357337), обладающая конструктивной простотой и высокими электродинамическими характеристиками.

Предложенная глассадная антенная решётка формирует в составе глассадного радиомаяка стабильную глассадную при изменениях высоты снежного покрова до 80 см, в отличие от существующих аналогов, для которых максимально допустимая величина высоты снежного покрова составляет 20 см.

Для антенной решетки курсового радиомаяка разработан и запатентован широкополосный излучатель, формирующий стабильную зону курса при воздействии метеосадков.

2. Созданы теории и метод проектирования нового класса резонаторных антенн с частично-прозрачной стенкой, обеспечивающих широкую полосу согласования антенны с фидером (при КСВ менее 1,15 полоса должна составлять не менее 6 процентов от средней частоты диапазона), стабильность характеристик в диапазоне температур от -60 до + 100 С°, максимально достижимый коэффициент использования поверхности раскрыва антенны, конструктивную простоту, технологичность изготовления при серийном производстве.

3. Созданы теория и метод проектирования нового класса широкополосных антенн с сильной электромагнитной связью между активными и пассивными диполями, с шириной полосы согласования на уровне КСВ менее 1,15, в 5 раз превышающей полосу согласования классического полуволнового вибратора.

4. Получены коротковолновые асимптотические решения задач дифракции электромагнитных волн на



объектах с идеальной проводимостью стенок и с импедансными граничными условиями.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Планируется оснащение разрабатываемой системой СП-2010 аэродромов РФ в зонах с неблагоприятной формой рельефа местности или (и) высоким уровнем снежного покрова.

ИМПОРТО- ЗАМЕЩЕНИЕ

Разработанная СП-2010 отвечает всем требованиям ИКАО на радиомаячные системы формата ILS III категории, что позволяет конкурировать с производителями систем посадки других фирм на международном рынке систем навигации и посадки самолётов.



Рис. 1. ИЭ антенны КРМ

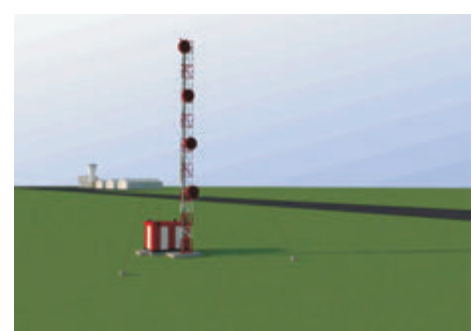


Рис. 2. Радиомаяк глиссадный

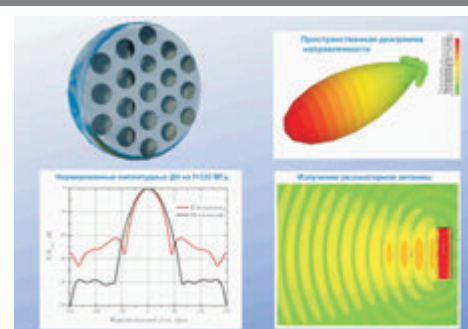


Рис. 3. Плоская резонаторная антенна



Рис. 4. РМГ Антенна СП-2010

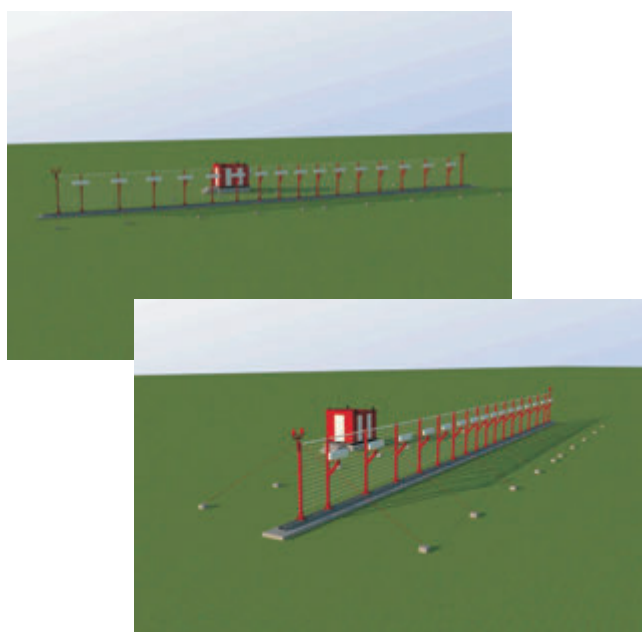


Рис. 5. Радиомаяк курсовой

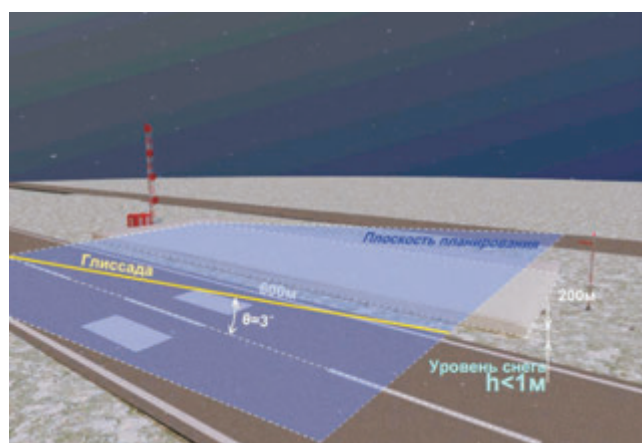


Рис. 6. Стабильность угла глиссады



СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА МОДЕЛЬНОГО РЯДА ИННОВАЦИОННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Руководитель проекта - д.т.н. С.Д. Ваулин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Организация высокотехнологичного производства в открытом акционерном обществе «Уральский завод транспортного машиностроения» (ОАО «Уралтрансмаш») модельного ряда энергосберегающих низкопольных трамвайных вагонов модульной конструкции, обеспечивающих технические параметры, в т.ч. по энергосбережению, на уровне лучших мировых аналогов

ПУБЛИКАЦИИ

15 научных статей

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в SCOPUS

13 статей в РИНЦ

ДОСТИЖЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

1. Использование новых принципов управления тяговым электроприводом, новых систем рекуперации и накопления электрической энергии, оптимизация массогабаритных параметров вагонов обеспечит снижение энергопотребления городского легкорельсового транспорта на 30-40 %. Это позволит создать условия для доведения удельного объема энергопотребления в секторе городского электротранспорта РФ до уровня развитых стран со схожими климатическими условиями. Данный эффект имеет большое значение для многих муниципальных хозяйств и отвечает целевым программам по энергосбережению до 2020 г. в Москве, Санкт-Петербурге и других городах с численностью населения свыше 1 млн.

2. Конечный продукт в виде моделей энергосберегающих низкопольных трамвайных вагонов сможет за счёт своей модульности учитывать индивидуальные особенности транспортных сетей городов РФ в каждом конкретном случае, исключая при этом необходимость дополнительных капитальных вложений в их модернизацию.

3. Достижение в ходе работы результатов в виде ноу-хау и патентов, направленных на энергосбережение трамвай-

ных вагонов, создаст предпосылки для их внедрения и в других видах электрического транспорта (троллейбусы, вагоны метро, пригородные электрические поезда и др.).

Для формирования высокотехнологичного производства трамвайных вагонов ОАО «Уралтрансмаш» совместно с ЮУрГУ ведет многолетнюю программу по закупке и запуску в эксплуатацию современного быстропереналаживаемого оборудования:

- для механической сборки, отладки и испытаний низкопольных тележек;
- для изготовления элементов каркасов модулей программируемым методом лазерной резки, гибки, роботизированной сварки и последующей сборки с автоматизированными методами контроля.

Высокотехнологичное производство на основе быстропереналаживаемого программируемого оборудования позволяет:

- организовать экономическое производство по принципу "изготовление по требованию", что важно, учитывая характер быстроменяющихся заказов трамвайных вагонов под различные особенности транспортных систем городов;
- минимизировать общую продолжительность производственного цикла при обработке деталей малыми партиями и сократить межоперационные запасы;
- снизить трудоёмкость изготовления рамы кузова в 2-3 раза, межоперационные запасы на 40 %, высвободить до 50 % производственных площадей и значительно повысить качество изготовления

Использование современного оборудования с числовым программным управлением позволяет также повысить энергосбережение в производстве трамвайных вагонов.



ПРОДУКЦИЯ, СОЗДАВАЕМАЯ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

В результате проекта создается производство модельного ряда низкопольных трамвайных вагонов модульной конструкции, предназначенных для перевозки пассажиров по наземным и тоннельным участкам городских транспортных линий с рельсовыми путями, соответствующими СНиП 2.05.09-90., а также для эксплуатации на скоростных линиях в одностороннем режиме с разворотными кольцами и в двухстороннем режиме.

Разрабатываемые трамвайные вагоны:

- 3-секционный вагон с моторными поворотными и безмоторной неповоротной тележками;
- 5-секционный вагон с неповоротными моторными и безмоторными тележками;
- 3-секционный вагон с моторными поворотными и неповоротной тележками.



Рис.1. Базовый вариант (6-осный 3-секционный вагон с моторными поворотными и безмоторной неповоротной тележками).
Модификация "Б" (6-осный 3-секционный вагон с моторными поворотными и неповоротной тележками)



Рис. 2. Модификация "А" (многосекционный вагон с неповоротными моторными и безмоторными тележками)



Рис. 3. Модификация многосекционного вагона с моторными поворотными и неповоротными тележками



Рис. 4. Головная секция вагона, собранная из базовых модулей

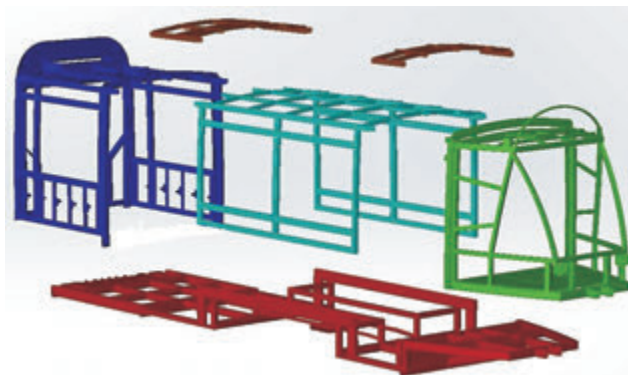


Рис. 5. Схема сборки каркаса головной секции из П-образных модулей



Maximum Combined Stress
Type: Maximum Combined
Unit: MPa
Time: 1

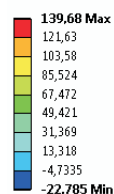


Рис. 6. Напряженное состояние каркаса боковины с усиливающими раскосами в режиме подъема за лобовую балку

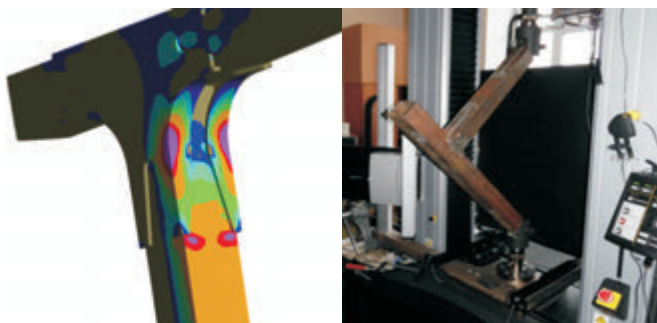


Рис. 7. Расчетная модель и натурные испытания элемента каркаса тележечного поворотного модуля



Рис. 8. Стилевое предложение "ГРАНИ".
Экстерьер трехсекционного вагона



СОЗДАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА МОДЕЛЬНОГО РЯДА МИКРОТУРБИННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Разрабатываемая серия продуктов представляет собой совокупность конструкторских и технологических решений в области газотурбостроения, предназначенных для реализации потенциала энергосбережения и безопасности на нефтехимических, перерабатывающих и прочих производственных предприятиях и гражданских объектах.

Руководитель проекта - д.т.н. С.Д. Ваулин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка нового поколения энергоэффективных микрогазотурбинных установок (МГТУ), подготовка и запуск серийного высокотехнологичного производства МГТУ и его компонентов на площадке ОАО «СКБ «Турбина» с участием Южно-Уральского государственного университета

ПУБЛИКАЦИИ

20 научных статей

2 научных доклада

4 патента

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Web of Science

16 статей в РИНЦ

Микрогазотурбинные установки – это турбины, работающие на природном газе, оснащенные устройством тепловой регенерации выпускных газов и вырабатывающие электрическую мощность менее 200 кВт.

Микрогазотурбинные установки являются новейшим типом газовых турбин, которые используются для прикладных задач генерации энергии в стационарной энергетике. Существуют конструктивные особенности, которые отличают микрогазотурбины от других типов газовых турбин. Однако не существует границы в размере, которая отделяет микрогазотурбины от промышленных турбин малого размера. В действительности, промышленные турбины малого размера неизбежно имеют некоторые общие свойства с микрогазотурбинами. Поэтому, промышленные турбины малого размера будут иметь пользу от успехов, достигнутых в развитии конструктивных свойств микрогазотурбин.

Внедрение данной серии продуктов на рынок позволит значительно снизить затраты предприятий и компаний на энерго- и теплообеспечение жилых и технологических помещений, а также даст возможность в будущем создавать более дешевые МГТУ.

В рамках реализации цели проекта будут решены следующие задачи:

- создание микрогазотурбинной установки МГТУ Т-100 мощностью 100 кВт;
- разработка модельного ряда микротурбинных установок нового поколения;
- организация производства МГТУ Т-100.

Удовлетворение растущей потребности предприятий ТЭК, сферы

строительства, обрабатывающей промышленности в автономных энергоэффективных экономичных источниках энергоснабжения является конечной целью работ, выполняемых в рамках проекта.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Проведены расчетно-теоретические и экспериментальные работы по динамической прочности высокооборотных роторов, горению углеводородного топлива в камере сгорания, позволившие создать новую конструкцию турбокомпрессора микрогазотурбинной установки, обеспечивающую частоту вращения ротора до 65000 об/мин при ресурсе работы 60000 часов и температуре газов перед турбиной до 900 °С.

2. Расчетно-экспериментальные исследования в области теплообмена в тонких каналах и щелевых зазорах позволили разработать высокоэффективную конструкцию компактного кольцевого теплообменника для рекуперации тепловой энергии отходящих дымовых газов и подогрева воздуха, предназначенного для организации горения топлива.

3. Создан комплекс испытательных стендов для исследования характеристик компрессоров и микротурбин, используемых для разработки микрогазотурбинной установки нового поколения.

4. На основании расчетно-экспериментальных исследований разработана



уникальная опорно-подшипниковая система, удерживающая ротор турбо-компрессора.

5. Разработана конструкция высокооборотной электромашин (стартер-генератора) с прямой связью с ротором газотурбинного двигателя, позволившая получить коэффициент полезного действия свыше 95%.

6. На основании комплексного моделирования совместной работы газотурбинного двигателя и электромашин исследованы режимы работы МГТУ Т-100 и разработаны новые алгоритмы для системы управления.

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

Разрабатываемая в рамках проекта продукция представляет собой газотурбинные энергоагрегаты мощностью до 200 кВт, работающие на природном газе и оснащенные устройством тепловой регенерации выпускных газов. Отличительные особенности разработок:

- повышение энергоэффективности и энергосбережения - получение максимальной отдачи за счет утилизации и трансформации тепловой энергии, коэффициент использования топлива свыше 90%;
- достижение максимальной эффективности использования тепловой энергии при соблюдении требований комфортности;
- создание гибкой модульной архитектуры, удовлетворяющей различным технологическим компоновкам систем энерго- и теплоснабжения;
- снижение роли человеческого фактора в управлении теплоснабжением, а также сокращение числа обслуживающего персонала.

В рамках проекта будут развиваться следующие научно-технические и технологические направления:

- в области газотурбинного двигателестроения - разработка конструкции камеры сгорания, использующей в работе природный, шахтный, сжиженный, попутный газы (в том числе с высоким содержанием сероводорода), биогаз, а также жидкое дизельное топливо и керосин;
- в области электрических стартеров-генераторов - разработка малоразмерного газогенератора с малым весом вала двигателя, что уменьшает инертность микротурбины, позволяя быстрее реагировать на повышение и снижение выходной мощности;
- в области подшипников - разработка лепестковых газодинамических подшипников;
- в области электроники - разработка электронной системы управления и контроля с высокой степенью автоматизации.

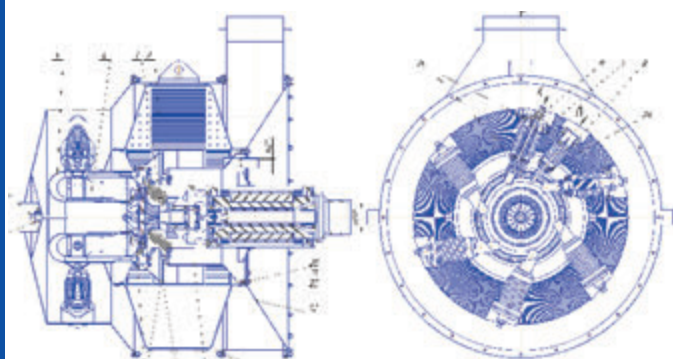


Рис. 1. Двигатель газотурбинный МГТУ Т-100

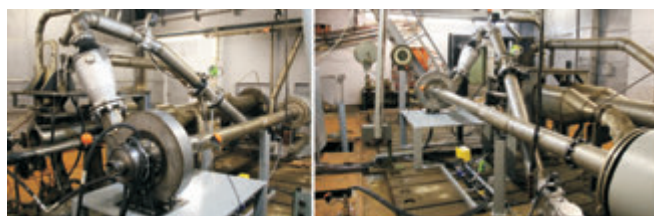


Рис. 2. Стенд испытаний турбин МГТУ Т-100

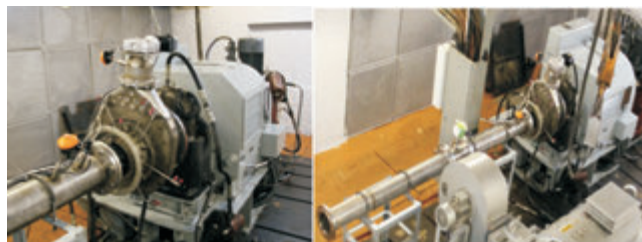


Рис. 3. Стенд испытаний компрессоров МГТУ Т-100



Рис. 4. Турбокомпрессор МГТУ Т-100



Рис. 5. Камера сгорания МГТУ Т-100



РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Реализация проекта направлена на решение задачи повышения качества работы муниципальных систем центрального теплоснабжения с помощью технологий, не требующих капитальных вложений, и получение экономии тепловой и электрической энергии за счет оптимизации режимов работы тепловой сети и сокращения потерь энергии у потребителей.

Руководитель проекта - к.т.н. **Е.В. Сафонов**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание комплекса научно-технических решений в области разработки геоинформационных систем реального времени для оптимального управления теплогидравлическими режимами систем теплоснабжения муниципального образования, а также получение значимых научных результатов в области оптимизации режимов работы сетей центрального теплоснабжения муниципального образования

ПУБЛИКАЦИИ

1 научная статья

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Web of Science

Реализация проекта обеспечит возможность управлять системой теплоснабжения с учетом критериев энергетической эффективности производства, передачи и потребления тепловой энергии в условиях значительной неопределенности информации и риска, что характеризует реальные условия функционирования систем теплоснабжения муниципального образования.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Проведены теоретические исследования в области интеллектуальных исполнительных устройств для автоматизированных систем управления теплоснабжением. Проанализирована взаимосвязь между относительным положением балансировочного клапана и температурой окружающей среды. На основании этого в целях повышения энергоэффективности системы для различных температурных условий выбраны различные положения открытия балансировочного клапана.

2. Проведены теоретические исследования в области малогабаритных автономных источников электропитания компонентов интеллектуальных систем мониторинга и управления технологическими процессами. На основе анализа возможных способов преобразования тепловой и кинетической энергии горячей воды в электрическую наибольшими

преимуществами обладает элемент Пельтье.

3. Проведены теоретические исследования в области автономных сенсорных устройств и устройств контроля параметров инженерных сетей с функцией беспроводной передачи данных с целью выявления технических требований к сенсорным устройствам и устройствам контроля параметров инженерных сетей. Проведенные исследования работы оборудования беспроводной сенсорной сети Wireless HART показали возможность и целесообразность применения беспроводных сенсорных сетей в геоинформационных системах при условии корректного проектирования топологии и достаточной плотности расположения узлов.

4. Разработаны критерии, определяющие оптимальные режимы работы сети теплоснабжения в условиях неполноты и неточности данных. Получена математическая модель, отражающая взаимосвязь параметров внешней среды и системы теплопотребления с показателем качества в виде эффективности управления.

5. Построены области энергосберегающего управления, в пределах которых режимные параметры системы теплопотребления с учетом их допуска являются оптимальными номинальными параметрами и обеспечивают минимум затрат тепловой энергии на отопление здания.

6. Разработана структура управления системой теплоснабжения в условиях неполноты и неточности данных.

7. Для систем отопления зданий, оснащенных теплосчетчиками, но не



имеющих систем автоматического регулирования, решена задача оптимизации настроечных параметров и автоматизированного управления теплоснабжением в условиях неполноты и неточности данных в виде чистой стратегии подсистемы теплоснабжения, позволяющей минимизировать расход тепловой энергии (рис. 1 – 4).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА

Проект предусматривает разработку совместно с ЗАО "РПК "Системы управления" инновационных технологий, которые позволяют на основе универсальности компонентов обеспечить тиражируемость предлагаемого решения, что в перспективе способно обеспечить существенное и быстрое снижение стоимости внедрения системы от региона к региону.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА ПОЗВОЛИТ РЕШИТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ЗАДАЧИ

1. Снижение эксплуатационных затрат на обслуживание систем теплоснабжения.
2. Сокращение уровня потерь в системах теплоснабжения.
3. Повышение эффективности использования тепловой энергии за счет управления в реальном времени режимами работы сетей теплоснабжения при качественном, качественно-количественном и количественном регулировании тепловой нагрузки потребителей.
4. Повышение уровня живучести и безотказности систем теплоснабжения.
5. Создание универсальной тиражируемой технологии управления системами теплоснабжения.
6. Реализация алгоритмов автоматической оптимизации теплогидравлических параметров сетей теплоснабжения по результатам прогнозного моделирования с учетом реальных схем присоединения потребителей и фактических параметров сети.
7. Снижение уровня перетопов/недотопов за счет технологии автоматической гидравлической балансировки системы теплоснабжения в зависимости от внешних воздействий в режиме реального времени.
8. Получение полной и достоверной информации о фактическом состоянии систем теплоснабжения.

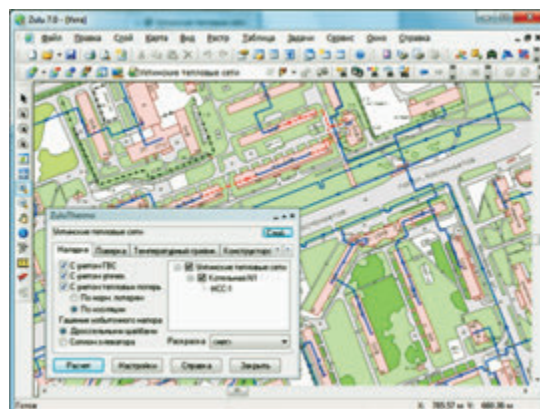


Рис. 1. Пример тепловой сети, нанесенной на план городского района

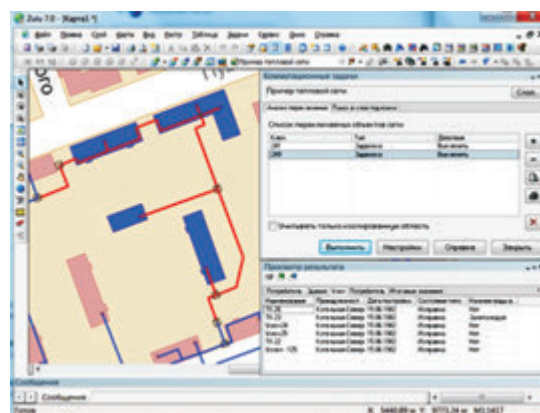


Рис. 2. Пример моделирования аварийного отключения участка тепловой сети

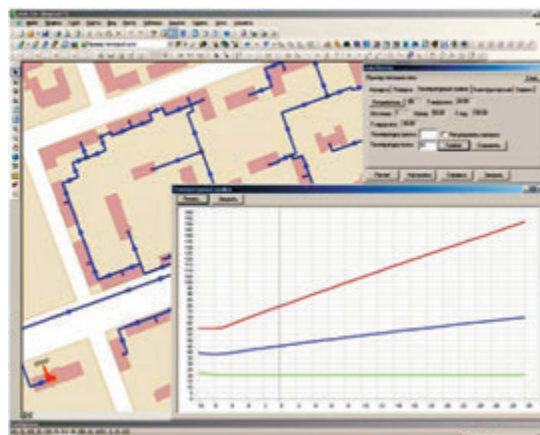


Рис. 3. Пример построения температурного графика сети теплоснабжения



Рис. 4. Пьезометрический график



ПРОВЕДЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ГИБРИДНОЙ ГЕНЕРАЦИИ, АККУМУЛЯЦИИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Реализация проекта направлена на решение проблемы повышения энергоэффективности существующих систем энергоснабжения зданий и сооружений различного назначения, снижение затрат на потребляемую энергию, а именно: научно обоснованный выбор рационального сочетания типов потребляемых энергоресурсов в системах энергоснабжения, использование возобновляемых источников энергии, применение оптимальных алгоритмов управления и установка эффективных аккумулирующих емкостей.

Руководитель проекта - к.т.н. **Е.В. Сафонов**

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Повышение энергетической эффективности зданий до 40% за счет применения энергетических комплексов с комбинированным использованием альтернативных и традиционных источников энергии.

Повышение энергетической эффективности использования солнечной энергии и низкопотенциальной энергии окружающей среды со среднегодовым коэффициентом преобразования энергии до 3,5 в условиях российского климата.

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Web of Science

1 статья в РИНЦ

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Выполнены аналитические работы по обоснованию выбора направления исследования по созданию технологии и системы энергоснабжения объектов различного назначения на основе современных устройств альтернативной и гибридной генерации, аккумуляции, распределения и потребления энергии.

2. Выполнены теоретические исследования путей создания современных комбинированных систем энергоснабжения, обеспечивающих эффективное и безопасное круглогодичное использование (генерацию, аккумуляцию, распределение, потребление) тепловой энергии от различных источников в необходимом для пользователя объеме.

3. Разработаны основные технические решения функциональных схем энергосистем, действующих на основе комбинированных традиционных и альтернативных источниках энергии.

4. Созданы математические модели: теплового режима здания с центральным теплоснабжением (рис. 1), с индивидуальным теплоснабжением (рис. 2), с комбинированным теплоснабжением на альтернативных и традиционных источниках энергии (рис. 3), модель потоков энергии в локальной сети с

использованием ВЭУ, солнечной батареи и дизель-генератора.

5. Разработаны эскизные проекты: на аккумулирующее устройство с теплообменными элементами на основе полимерных полых волокон; на накопительное устройство электрической энергии на основе ВТСП (рис. 4); на воздушно-солнечный тепловой конвектор (рис. 5).

Новизна предлагаемых к исследованию технологических схемных и технических решений гибридных систем энергоснабжения для одно- и многоэтажных жилых зданий состоит, прежде всего, в предложенном принципиально новом подходе к построению таких систем, заключающемся в рассмотрении комплекса "централизованное энергоснабжение + гибридные системы + здание + потребитель + климат + окружающая среда" как единой эконенергетической системы. Исследуемые гибридные системы направлены на рациональное сочетание и использование как возможности и преимущества альтернативных источников в повышении степени автономности жилых домов, так и возможности централизованной системы энергоснабжения города. Конфигурация разрабатываемых гибридных систем обеспечит наилучшие технико-экономические показатели и перспективы внедрения в массовое жилищное строительство российских городов.

Данные прикладные научные исследования соответствуют российско-



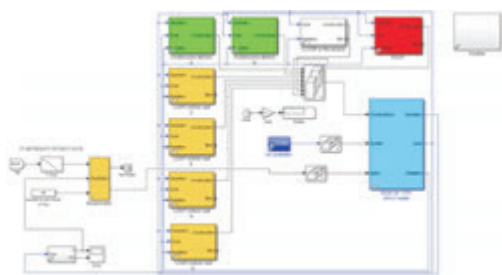


Рис. 1. Модель теплового режима здания с центральным теплоснабжением

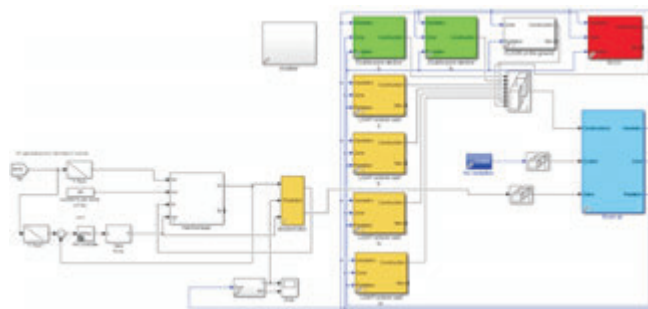


Рис. 2. Модель теплового режима здания с ИТП



Рис. 3. Модель теплового режима здания с комбинированным теплоснабжением

му уровню научно-технических разработок, реализуют большинство современных тенденций, направленных на создание и внедрение современных энергосберегающих технологий и являются неизбежным процессом, соответствующим приоритетным направлениям развития науки и техники.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА

Совместное с Российской приборостроительной корпорацией "Системы управления" (г. Челябинск) и ООО "Солар" (г. Челябинск) создание научно-технической инфраструктуры, обеспечивающей предпосылки для исследований и разработок в области нетопливной энергетики будущего, а также технологическая поддержка проведения законченного цикла НИОКР и НИОТР по созданию современной импортозамещающей приборной продукции, устройств и программных комплексов.

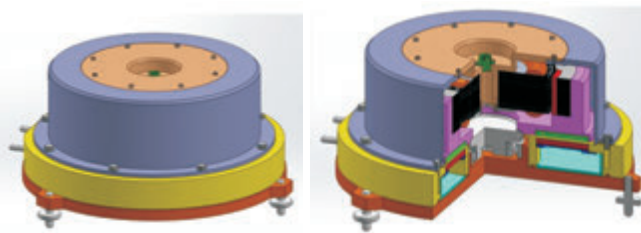


Рис. 4. Общий вид накопительного устройства электрической энергии на основе ВТСП

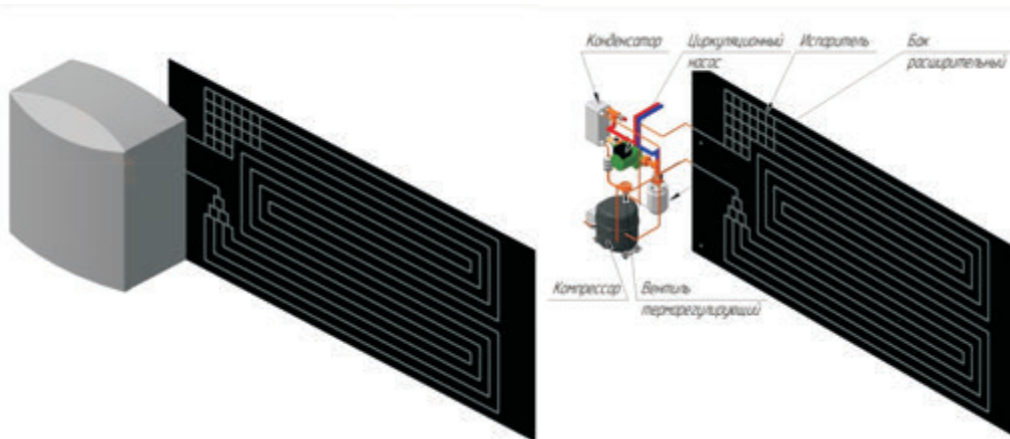
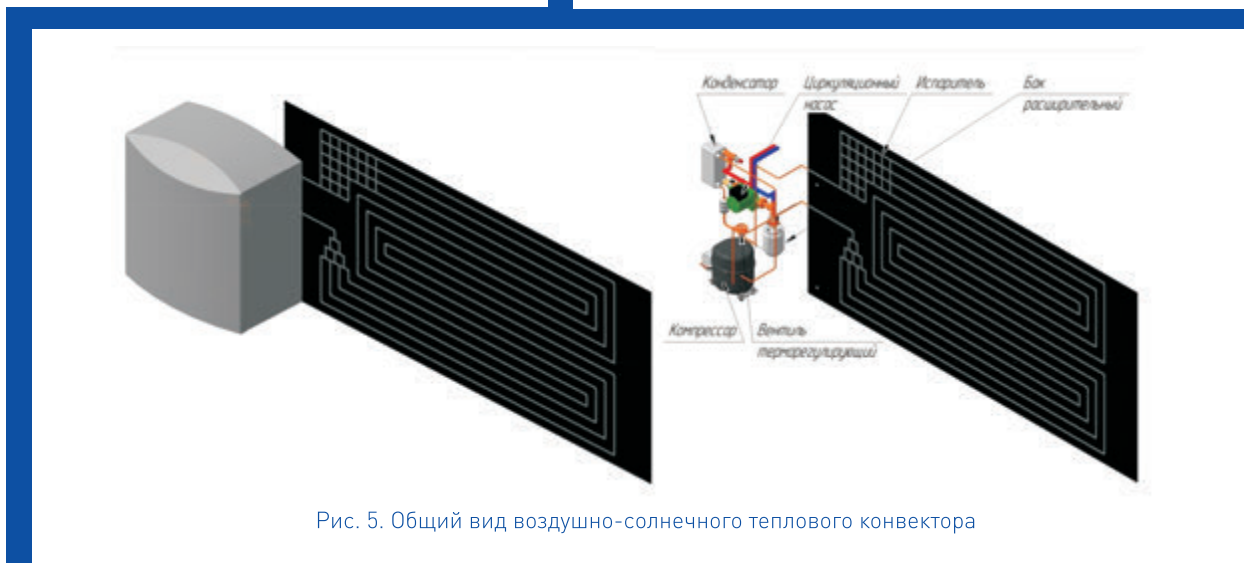


Рис. 5. Общий вид воздушно-солнечного теплового конвектора



РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ МОЩНОСТИ В ТРАНСМИССИЯХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ

Проект посвящен повышению энергоэффективности и топливной экономичности грузовых автомобилей на основе управления кинематическими связями в трансмиссии, приложения тормозного момента к буксующим колесам, управления подачей топлива и совершенствования алгоритмов управления системы распределения мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей.

Руководитель проекта - д.т.н. А.В. Келлер

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Повышение энергоэффективности и топливной экономичности грузовых автомобилей на основе разработки импортонезависимой комплексной системы управления распределением мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей

ПУБЛИКАЦИИ

3 научные статьи

2 научных доклада

1 патент

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

3 статьи в РИНЦ

Для эксплуатации грузовых автомобилей типично движение по покрытиям с различной степенью неравномерности распределения сопротивления качению и сцепления как в поперечном, так и в продольном направлениях. В этих условиях одним из основных путей повышения энергоэффективности и топливной экономичности является совершенствование системы распределения мощности между ведущими колесами путем введения жесткой кинематической связи, приложения к ним крутящего момента и управления подачей топлива в двигатель.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработана математическая модель комплексной системы распределения мощности, обеспечивающая имитационное моделирование функционирования системы распределения мощности в составе автомобиля при движении в различных условиях нагружения: движение по деформируемой опорной поверхности; движение в условиях микст; движение с различной массой перевозимого груза и буксируемого прицепа. Математическая модель включает в себя: модель типового маршрута движения грузового автомобиля; модель системы двигатель – трансмиссия – ведущие колеса; модель привода управления блокировкой дифференциалов. Модель позволяет определять показатели динамической нагруженности трансмиссии:

коэффициенты динамичности и крутящие моменты на валах привода ведущих колес; показатели тягово-скоростных свойств автомобиля в соответствии с системой показателей, предусмотренных ГОСТ 22576-90, ГОСТ 21898-89 и Правилами ЕЭК ООН № 68; показатели топливной экономичности в соответствии с системой показателей, предусмотренных ГОСТ 20306-90.

2. По результатам имитационного моделирования процессов функционирования системы распределения мощности установлено, что математическая модель позволяет определять показатели динамической нагруженности трансмиссии, тягово-скоростных свойств автомобиля и топливной экономичности. Определение этих показателей обеспечило получение исходных данных для конструирования и обоснования оптимального варианта системы распределения мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей.

3. Определены исходные данные для конструирования механической части системы распределения мощности:

- значения расчетных моментов и расчетных частот вращения для участков трансмиссии автомобиля КАМАЗ 6Х6 в зависимости от передачи и режима движения;
- коэффициенты динамичности трансмиссии при движении по разным опорным поверхностям, с разной частотой вращения вала двигателя, на разных передачах. Коэффициент динамичности трансмиссии в среднем не превышает значения 2,876;
- зависимости максимальных значений крутящих моментов на полуосях ведущих колес, приведенных к валу двигателя, переднего и заднего мостов при заблокированном и дифференциальном приводах в зависимости



от величины коэффициента сцепления ведущих колес с опорной поверхностью при движении по участкам дорог с разным поверхностным натяжением.

4. Определены исходные данные для формирования алгоритма работы системы распределения мощности:

- полный привод может функционировать во всех диапазонах скорости;
- блокировка дифференциала задних мостов рациональна только до скорости около 40 км/ч;
- при торможении двигателем, при движении под гору и на очень скользкой дороге необходимо управление всеми колесами, особенно на поворотах. Дифференциал задней оси в этой ситуации блокировать не следует;
- дифференциал на передней оси следует блокировать только до скорости 15 км/ч и не следует блокировать при движении под гору и при торможении;
- определена рациональная последовательность включения блокировок дифференциалов:

I. Включение межосевого дифференциала в раздаточной коробке.

II. Включение межосевого дифференциала второго-третьего мостов.

III. Включение дифференциала задних осей.

IV. Включение дифференциала передней оси.

- число включений межосевого дифференциала в 10 раз превышает число включений заднего межколесного дифференциала.

5. В основу оптимального варианта построения системы распределения мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей положено постоянное распределение мощности посредством дифференциальных механизмов с рациональными передаточными числами с возможностью периодического отключения передних ведущих мостов при легких условиях движения и введения жесткой кинематической связи посредством предварительного выравнивания угловых скоростей блокируемых элементов с корректировкой кинематического несоответствия путем регулирования давления воздуха в шинах при сложных условиях движения. Для обеспечения возможности введения жесткой кинематической связи в процессе движения грузового автомобиля обоснована целесообразность приложения тормозного момента к буксующим колесам и уменьшения подачи топлива для предварительного выравнивания угловых скоростей буксующих колес и последующей блокировки межосевого и межколесных дифференциалов.

КОММЕРЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОЕКТА

Реализация грузовых автомобилей с автоматической блокировкой дифференциала обеспечивает дополнительный положительный денежный поток для компании за счёт дополнительного прироста чистой прибыли 791,3 млн руб.

Бюджетная эффективность проекта составляет 67,700 млн руб. при дисконтированном сроке окупаемости 5,63 г.



Рис. 1. Расчетная схема автомобиля

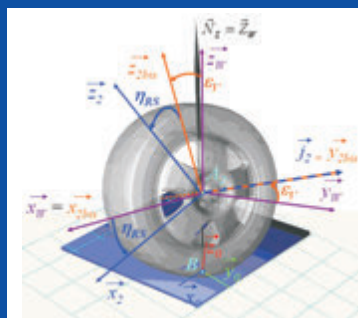


Рис. 2. Математическая модель колеса

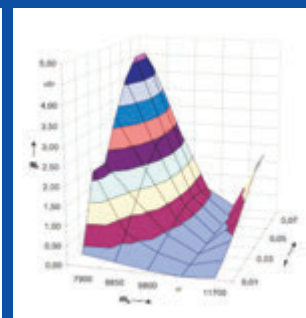


Рис. 3. Затраты мощности на движение автомобиля



Рис. 4. Концепция построения системы распределения мощности

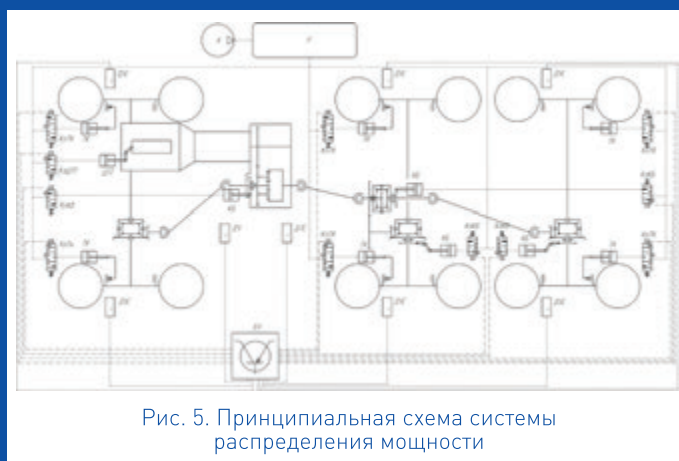


Рис. 5. Принципиальная схема системы распределения мощности



ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН (Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57714X0102)

Проект направлен на решение проблемы форсирования дизелей размерности 15/16 до мощности 35 кВт/л для наземных транспортных машин. Концепция и теоретическое обоснование методов повышения энергоэффективности форсированных дизелей для наземных транспортных машин предполагает использование комплексного подхода к проектированию дизеля, сочетая виртуальные и стендовые методы испытаний как отдельных элементов и систем, так и в целом экспериментального образца дизеля.

Руководитель проекта - д.т.н. Ю.В. Рождественский

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование и разработка технических решений для производства на основе отечественных комплектующих новых энергоэффективных форсированных дизелей размерности 15/16 и мощностью не менее 35 кВт/л для перспективных наземных транспортных машин

ПУБЛИКАЦИИ

2 научных
доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья
в SCOPUS

Производство дизелей является одним из важнейших направлений в машиностроении, оказывающим значительное влияние на решение экономических, социальных, оборонных, научно-технических проблем в России и в других промышленно развитых странах.

Характеристики дизелей определяют энергетические, экономические, массогабаритные, экологические показатели техники, показатели надежности и значительно влияют на стоимость ее жизненного цикла, которая более чем наполовину определяется затратами на горюче-смазочные материалы в течение всего срока службы.

Создание форсированных перспективных дизелей, опережающих мировой уровень, возможно только при комплексной реализации новых технологий и подходов как к организации рабочего процесса, так и к разработке высоконагруженных деталей и узлов дизеля и применению новых конструкционных и эксплуатационных материалов.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НА ПЕРВОМ ЭТАПЕ ПРОЕКТА

С использованием методик компьютерного моделирования процессов рабочего цикла для выбранной конструктивной схемы энергоэффективного форсированного дизеля размерности

15/16 и литровой мощности не менее 35 кВт/л определены:

- параметры компрессоров высокого газотурбинного наддува, охладителя воздуха;
- геометрия объединенных впускных каналов падающего типа;
- конфигурация неразделенной камеры сгорания с объемным смесеобразованием;
- фазы газораспределения;
- параметры впрыскивания топлива и распылителя топливной форсунки.

НОВЫЕ НАУЧНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

- методологические подходы к синтезу рабочего цикла в части математического описания особенностей выгорания топлива в процессе сгорания;
- разработка вариантов одно - и двух ступенчатых схем высокого газотурбинного наддува в комбинации с глубоким охлаждением наддувочного воздуха в двух вариантах структуры матриц (трубчато - и пластинчато-ребристых) охладителей;
- оптимизация фаз газораспределения и конфигурации камеры сгорания при применении объединенного впускного канала падающего типа головки цилиндров в разработанной системе воздухоснабжения с высоким наддувом;
- замена традиционной топливоподающей аппаратуры непосредственного



действия с механическим приводом на импортозамещающую аккумулирующую систему впрыскивания ACRS (Altai Common Rail System) с электромагнитным управлением топливной форсункой.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ

Реализация проекта обеспечит производство собственных конструкций дизелей для различных типов наземных транспортных машин, мобильных и стационарных энергетических установок.

Конкурентными преимуществами разрабатываемых дизелей являются:

- ➔ существенно более высокая удельная мощность для заданной размерности;
 - ➔ минимальные массогабаритные параметры;
 - ➔ уменьшенный расход топлива;
 - ➔ повышенная надежность;
 - ➔ минимальные значения теплоотдачи;
 - ➔ применение отечественных комплектующих.
- Индустриальный партнер проекта:
ООО "ЧТЗ-УРАЛТРАК"

Результаты работы будут использованы при создании моторно-трансмиссионных установок на базе дизелей типа ЧН15/16 для перспективных наземных транспортных машин. Рекомендации по методам форсирования будут использованы при модернизации серийных дизелей типа ЧН15/18, создании высокофорсированных дизелей типа ЧН13/15. Теоретические разработки могут быть использованы при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на улучшение мощностных, экономических и ресурсных показателей дизелей различного назначения (промышленных, тракторных, специальных и др.), а также в учебном процессе. Потребителями продукции являются ОАО НПК "Уралвагонзавод", ООО "ЧТЗ-Уралтрак", ОАО "НИИ двигателей", ОАО "Курганмашзавод".

Поле температуры газов в камере сгорания, К

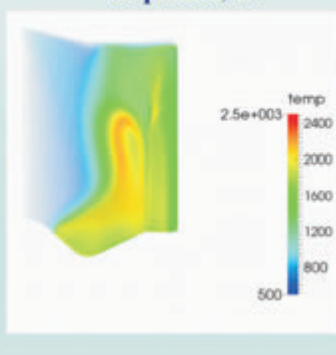


Рис. 1. Выбор и обоснование формы камеры сгорания в поршне

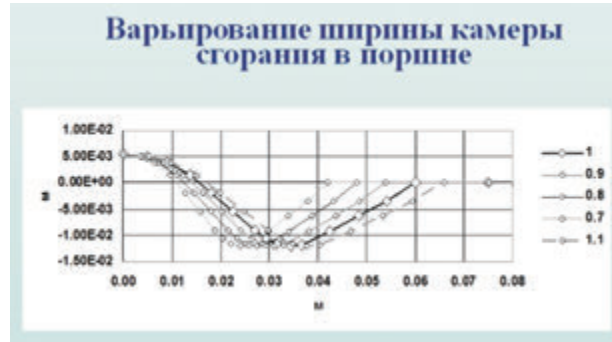


Рис. 2. Выбор и обоснование формы камеры сгорания в поршне

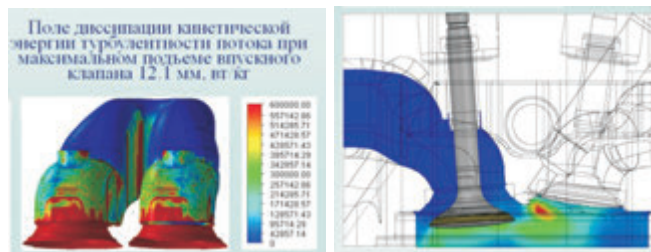
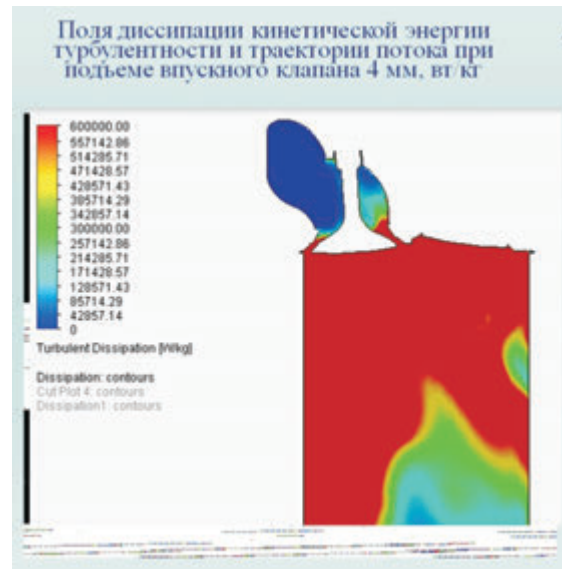


Рис. 3. Выбор и обоснование формы газозвудушных каналов в головке цилиндра



Рис. 4. Импортозамещающие компоненты аккумулирующей системы впрыскивания ACRS (ALTAI COMMON RAIL SYSTEM)



СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ, ИЗНОСА И ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ПРЕЦИЗИОННЫХ СОПРЯЖЕНИЙ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЯХ

Уменьшение выбросов вредных веществ с отработавшими газами с одновременным увеличением удельной мощности дизелей обеспечивается повышением давления впрыскивания топлива и сопровождается ростом температуры распылителя. В результате высоких тепломеханических и гидродинамических нагрузок снижается ресурс прецизионных сопряжений распылителя. Проект посвящен разработке конструкции распылителя топливной форсунки дизеля для реализации повышенных давлений впрыскивания топлива.

Руководитель проекта - д.т.н. В.Е. Лазарев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Повышение ресурса прецизионных сопряжений распылителей топлива при форсировании дизелей

ПУБЛИКАЦИИ

2 монографии

8 научных статей

3 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в SCOPUS

7 статей в РИНЦ

Определяющими причинами снижения ресурса распылителя являются высокие тепловая и гидродинамическая нагруженность его элементов. Снижение температуры прецизионных сопряжений достигается интенсификацией локального охлаждения, изменением конструкции корпуса распылителя, увеличением числа наклонных топливных каналов иглы, введением кольцевых проточек на образующей.

Одним из наиболее эффективных способов тепловой защиты является заградительное экранирование с образованием под экраном воздушных разделенных закрытых и открытых полостей.

Работоспособность прецизионного сопряжения распылителя обуславливается характером трения, определяемым нагрузкой, взаимоположением, формой и качеством поверхностей элементов, радиальным зазором, свойствами среды и степенью подвижности иглы.

Монтажные, а также рабочие механические и температурные деформации вызывают повышенный износ поверхностей иглы и отверстия в корпусе распылителя с отделением разрушенных частиц при контактировании. На интенсивность изнашивания оказывает существенное влияние характер трения при контактировании и взаимном перемещении поверхностей элементов в сопряжении.

При деформации корпуса и уменьшении радиального зазора появляется периодический контакт между иглой и корпусом, в результате чего возникает полужидкостное трение. При дальнейшем уменьшении зазора и разрушении топливного слоя трение становится граничным. Результатом является износ, снижение подвижности и "зависание" иглы в корпусе распылителя.

Переменное по длине и в поперечной

плоскости сечение радиального зазора и неравномерное распределение давления в топливном слое направляющего сопряжения приводят к неустойчивому положению иглы в отверстии корпуса распылителя и появлению неуравновешенной радиальной силы давления топлива на иглу.

Для снижения радиальной силы в условиях повышения давления впрыскивания топлива необходимо уменьшение температуры сопряжения, диаметра и длины направляющей части иглы распылителей с удлиненным и укороченным корпусом.

Углубление представлений о функциональных особенностях, физико-химических и теплофизических свойствах материалов и рабочих сред, видах и условиях нагружения, температурном и напряженно-деформированном состоянии, интенсивности изнашивания, уровнях предельного износа прецизионных трибосопряжений "игла - корпус" и распыливающих отверстий являются базой для оценки ресурса распылителя на стадии проектирования.

Повышение ресурса прецизионных сопряжений при форсировании дизелей по частоте вращения коленчатого вала целесообразно снижением хода иглы распылителя, массы и ускорения движения подвижных частей форсунки.

Для совершенствования методов оценки эффективности известных и новых технических решений по улучшению работы прецизионных сопряжений распылителей топлива в дизелях эффективен подход, основой которого является комплексное использование конечно-элементного анализа температурного и напряженно-деформированного состояния и энергетической модели трения и износа с учетом реального микрорельефа шероховатости поверхности контактного слоя.



НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Установлена взаимосвязь процессов теплового, гидродинамического и механического нагружения прецизионных сопряжений с конструктивными и эксплуатационными факторами, определяющая ресурс распылителя топлива.

Разработан метод оценки ресурса прецизионных сопряжений, учитывающий режим работы дизеля, параметры шероховатости, связь критического числа циклов нагружения с коэффициентом аккумуляции энергии микродеформирования, действительным и предельным напряженным состоянием контактного слоя.

Предложена модель зависимости ресурса от толщины и интенсивности изнашивания контактного слоя, частоты вращения коленчатого вала дизеля и хода иглы распылителя.

Учтено влияние температуры на геометрические параметры элементов и давление топлива в гидравлическом тракте распылителя топлива при уточненной оценке контактных параметров, напряженного состояния поверхностного слоя и ресурса прецизионных сопряжений.

Развиты методы (спектрального анализа, фрактального подхода и ортогональных преобразований) математического моделирования микрорельефа шероховатости для создания конечно-элементных моделей поверхности контактного слоя прецизионных сопряжений распылителя.

Предложен и обоснован способ повышения ресурса направляющего и запирающего прецизионных сопряжений и снижения закоксованности распыливающих отверстий применением тепловой защиты распылителя при сохранении мощности дизеля.

Рекомендованы и обоснованы технические решения (уменьшение хода, диаметра и длины направляющей иглы, экранирование корпуса распылителя) для сохранения ресурса прецизионных сопряжений при форсировании дизеля по среднему эффективному давлению и частоте вращения коленчатого вала.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ

Результаты работы использованы ООО "ЧТЗ-Уралтрак" для разработки распылителя топлива с тепловой защитой в многотопливной модификации дизеля и газодизельной модификации дизель-генераторной установки.

Рекомендации по оценке ресурса распылителей использованы ООО "Уральский дизель-моторный завод".

Разработанный метод оценки ресурса сопряжений использован Австрийским центром компетентности в трибологии (AC2T research GmbH, Wr. Neustadt, Austria) при выполнении исследовательских работ по оценке ресурса направляющих скольжения с комбинированным смазочным материалом.

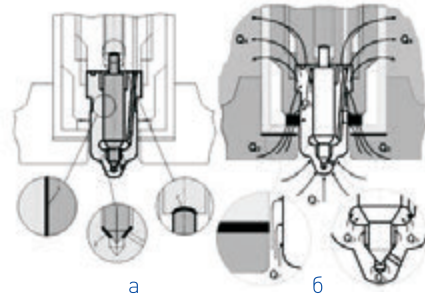


Рис. 1. Прецизионные трибоспряжения 1,2 иглы с корпусом поверхности 3 контакта иглы со штангой (а) и схема тепловых потоков в установочном узле форсунки (б) дизеля

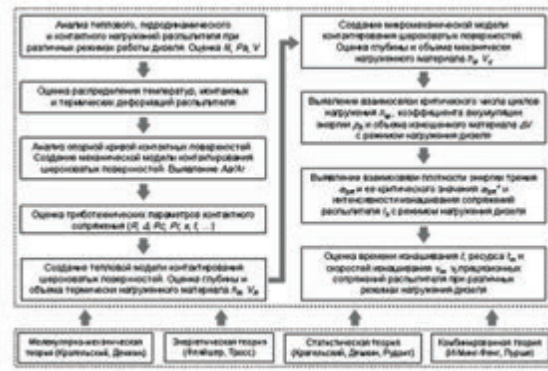


Рис. 2. Составляющие комплексного метода оценки ресурса сопряжений

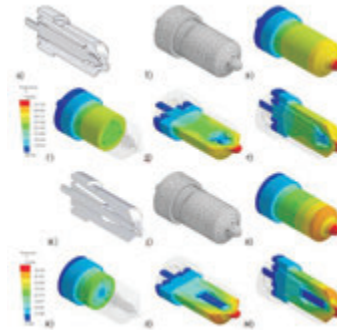


Рис. 3. Твердотельные, конечно-элементные модели и температурные поля штатного и модифицированного распылителя дизеля

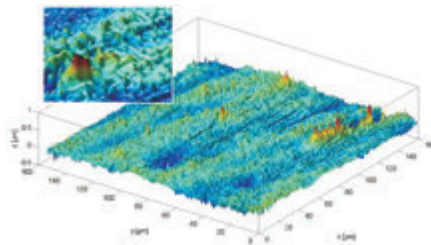


Рис. 4. Топографическая структура поверхности иглы распылителя топливоподающей форсунки дизеля

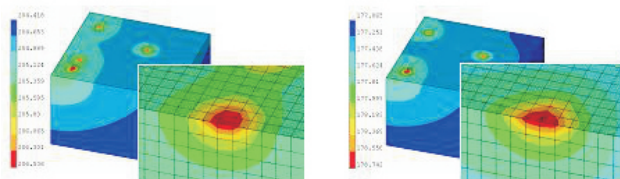


Рис. 5. Распределение температур в контактном слое иглы распылителя для различных режимов нагружения дизеля



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ КЕРАМОКОМПОЗИТНАЯ БРОНЯ ПЛАВАЮЩЕГО БРОНЕАВТОМОБИЛЯ

Бронирование автомобилей и, в особенности, плавающих, требует использования современных материалов, которые отличаются низкой плотностью и высокой прочностью: керамики, титановых или алюминиевых сплавов, волокнистых композитов. Традиционный эмпирический подход к проектированию брони – масштабные экспериментальные исследования, в которых варьируется химический состав металла, способ термообработки, толщина и комбинация материалов в слоях бронепанели – является очень долгим и финансово затратным.

Руководитель проекта - д.т.н. С.Б. Сапожников

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка интегральной брони минимальной массы и заданной пулестойкости, отличающейся тем, что в ее составе вместе с керамическими дискретными элементами имеются прессованные волокнистые композиты и сэндвич-структуры

ПУБЛИКАЦИИ

9 научных статей

1 научный доклад

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

5 статей в Web of Science

4 статьи в SCOPUS

6 статей в РИНЦ

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Для ускорения процесса разработки новой брони оптимальной структуры предложено центр тяжести работ перенести с экспериментов на детализированные расчеты ударного деформирования и разрушения методом конечных элементов слоистых преград из керамики и композитных материалов на основе термоактивной и термопластичной матриц. Эти материалы имеют малую плотность и высокую скорость распространения упругих волн, что важно для эффективного рассеяния энергии пули материалом брони.

Предлагаемая слоистая керамокомпозитная конструкция предназначена не только рассеивать энергию бронебойной пули, но и обеспечивать прочность и жесткость каркаса транспортного средства. Совмещение специальных и конструкционных функций позволяет существенно снизить массу единицы площади защищаемой поверхности, что особенно важно для скоростных плавающих броневеомобилей.

Слоистая броня – это не арифметическая сумма элементов, каждый из которых работает независимо. От того, какой материал является тыльным, зависит способность керамики сопротивляться действию локальной ударной нагрузки. Например, корундовая керамика имеет скорость звука около 10 км/с, тогда как сталь, титан или алюминий – всего лишь 5 км/с. На границе раздела происходит преломление ударных волн, керамика частично разгружается, перестает сопротивляться удару и, переходя в квазистатический режим нагружения, разрушается. Металлическая подложка интенсивно нагружается, возникают пластические деформации, область рассеяния энергии локализуется, способствуя пробоем. При использовании вместо стали сверхвысокомолекулярного полиэтилена, у которого плотность ниже 1 г/куб.см, скорость звука составляет около 12 км/с. В этом случае

граница керамики с такой подложкой становится "прозрачной" и динамическая фаза работы керамики значительно удлиняется, обеспечивая условия для более интенсивного торможения бронебойной пули. Более того, объем материала полимерной брони, рассеявший энергию пули, намного превосходит объем нагруженного материала в случае использования стали, что снижает требования к прочностным характеристикам подложки.

Подробное описание преимуществ современных волокнистых композитов необходимо, чтобы осознанно применять эти материалы в составе новых бронеструктур. Керамика, композиты – весьма дорогие материалы, однако, при правильно спроектированной структуре масса одного квадратного метра такой брони может быть практически вдвое меньше массы аналогичной металлической брони.

Важно подчеркнуть, что область рассеяния энергии пули композитной броней намного больше, чем у стали, поэтому при многократных ударах возможна ситуация, когда вторая или третья пули попадают в область повреждений, созданную первым ударом. Возможен пробой. В случае металлических преград, которые тяжелее композитных, допустимая плотность ударов может оказаться выше. Иными словами, задавая высокие требования по живучести (кратности ударов в 1 кв. дм), можно получить решение, в котором композитам не будет места, а масса брони будет неприемлемо высокой. Комбинируя ограничения по ударопрочности, массе и живучести, можно отыскать оптимальное техническое решение.

В комплексе с проблемами минимума массы стоит упомянуть и проблему радиолокационной и инфракрасной заметности транспортного средства. Если металлические "коробки" заметны издали, то композитные практически радиопрозрачны. Для ИК-незаметности фактор меньшей теплопроводности композитов по сравнению с металлами также интересен для новой брони. Таким образом, интегральная керамокомпозитная броня может обеспечить малую радио- и



ИК заметность (вариант "стелс-технологии") и позволяет безопасно приблизиться к противнику для высадки десанта. Незаметность обеспечит бесшумность передвижения, если использовать электрическую трансмиссию вкупе с гибридной (дизель-электрической) силовой установкой, что снизит расход топлива и повысит дальность автономной работы.

Низкая масса броневедомителя позволит двигаться с высокой скоростью и по воде, выходя на режим глиссирования. В этом режиме высокое начальное гидросопротивление преодолевается ракетным бустером на твердом топливе, который после отработки сбрасывается.

Предлагаемые технические решения являются новыми, неиспользованными до настоящего времени в конструкциях плавающих броневедомителей. Проект является поисковой работой, в которой будут решены фундаментальные проблемы математического моделирования слоистых преград, работающих в условиях локального удара, и состоящих из керамики и композитов; оптимизации этих преград под заданное воздействие с использованием суперкомпьютерных ресурсов ЮУрГУ; будут выполнены исследования по реализуемости глиссирующего режима вместе с гибридным электроприводом и мотор-колесами для скоростного движения броневедомителя по воде и пересеченной местности.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Проект рассчитан на три года. За шесть месяцев 2014 года были созданы численные модели волокнистых композитов и керамики (с использованием стохастической воксельной схемы) для прогноза их баллистических свойств (построение баллистических кривых с определением предельной скорости пробоя); проведена экспериментальная верификация этих моделей, для чего изготовлены и испытаны образцы нанокерамики и прессованных термопластичных композитов на оригинальном баллистическом стенде.

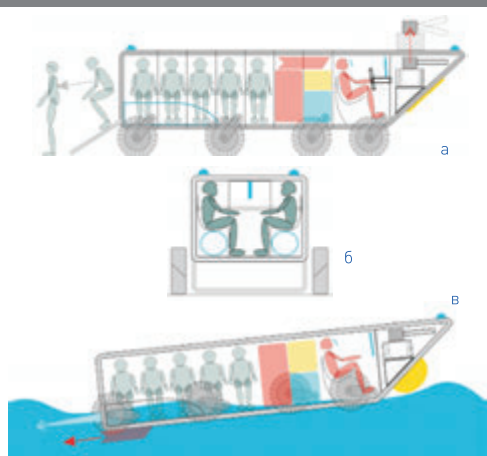


Рис. 1. Схема плавающего броневедомителя:
а-наземная конфигурация;
б-разрез по боевому отделению;
в - колесами в верхнем положении для глиссирования (показан установленный под днищем реактивный бустер (РДТТ) и водомет для выхода на глиссирование)

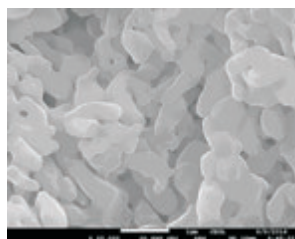


Рис. 2. Структура новой горячепрессованной (1200°C) корундовой нанокерамики

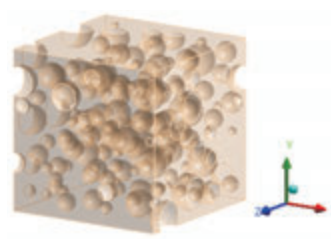


Рис. 3. 3D-модель структуры пористой нанокерамики (пакет SolidWorks)

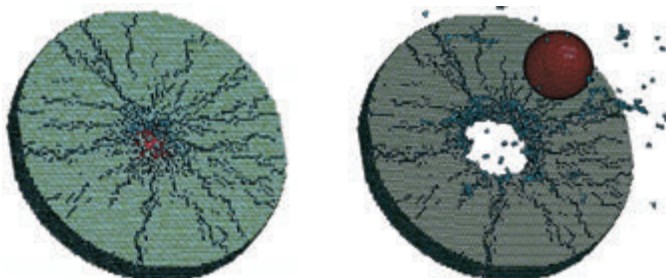


Рис. 4. Моделирование разрушения керамики по воксельной схеме со стохастическим распределением локальных механических свойств

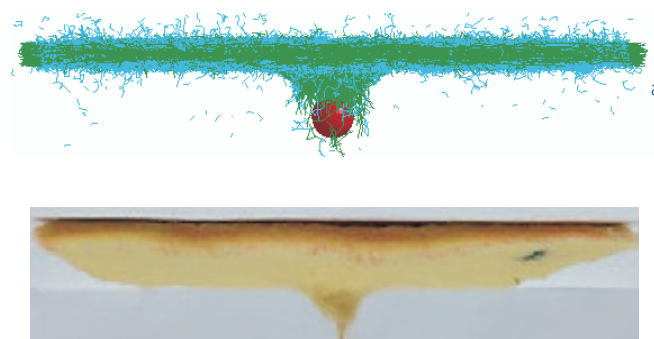


Рис. 5. Модель баллистического войлока (а) и экспериментальный результат пробоя (б)

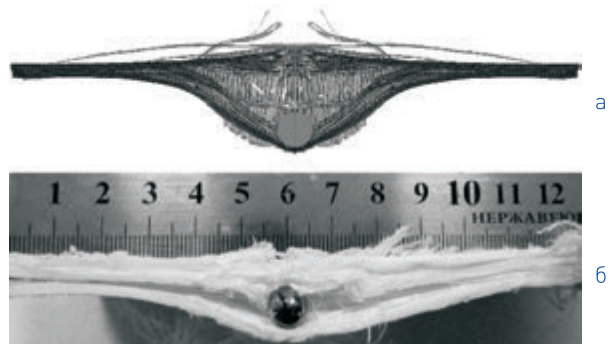


Рис. 6. LS-DYNA моделирование (а) и результат эксперимента (б) пробоя композитной панели



ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Проект посвящен разработке методики расчетного определения обрабатываемости в процессах абразивной обработки, вследствие их большого удельного веса в общей номенклатуре видов механической обработки (в современном машиностроении применяются более 70 видов абразивной обработки, а парк станков занимает 21,6 % от общего объема) и предъявляемым к ним более жестким требованиям по качеству поверхностного слоя, точности обработки и т. д.

Руководитель проекта - д.т.н. А.А. Дьяконов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методики расчетного определения обрабатываемости материалов в процессах абразивной обработки и создание на ее базе научно-обоснованных инженерных рекомендаций

ПУБЛИКАЦИИ

2 монографии

12 научных статей

2 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Web of Science

5 статей в SCOPUS

2 статьи в РИНЦ

Отсутствие определения термина "обрабатываемость" в нормативных документах привело к большому количеству зачастую противоречивых его формулировок и критериев оценки. В большинстве случаев под обрабатываемостью понимают способность (свойство) материала подвергаться обработке. Однако, целью любого процесса резания является не просто снятие металла, а удаление заданного припуска при обеспечении технологических требований по качеству, точности обработки и т. д., выполнение которых напрямую связано с той или иной степенью обрабатываемости материала. Поэтому разными исследователями к формулировке обрабатываемости добавлялся критерий ее определения, например, обрабатываемость по шероховатости поверхности, обрабатываемость по стойкости инструмента и т.д.

Данная ситуация привела к еще большей понятийной неопределенности. Учитывая, что для современного машиностроения характерно постоянное увеличение количества требований к качеству поверхностного слоя, точности обработки и т.д., термин "обрабатываемость" (в том виде, в котором он присутствует) не отражает физической сущности характеризуемого им процесса.

В исследовании предложено рассматривать обрабатываемость не просто как сугубо свойство материала при определенном технологическом ограничении, а как комплексный технологический фактор – технологическая обрабатываемость материала.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Установлены физические взаимосвязи между обрабатываемостью матери-

ала, видом абразивной обработки, технологическими ограничениями и параметрами технологической системы. Введено понятие и разработана формальная теория технологической обрабатываемости на основе предложенного математического представления технологической обрабатываемости.

Технологическая обрабатываемость материала в процессах абразивной обработки – сопротивляемость материала разрушению (резанию) при обеспечении всех технологических ограничений и требований к обработанной поверхности заготовки (рис. 1).

2. Разработана научная база повышения эффективности абразивной обработки и сокращения сроков технологической подготовки производства на основе расчетного определения обрабатываемости материала в широком диапазоне скоростей, температур и сил резания с учетом ограничений по качеству поверхностного слоя, создан математический аппарат моделирования и прогнозирования технологической обрабатываемости материалов в процессах абразивной обработки (рис. 2).

3. Разработана теплофизическая и силовая модель, постановка и реализация которых впервые основана на независимом учете всех пространственных перемещений абразивного инструмента и заготовки. Это позволило вскрыть физическую природу изменения технологической обрабатываемости материала в разных видах и наладках абразивной обработки, установить и обосновать новые закономерности формирования температурного поля и силы резания, составляющих основу управления технологическими ограничениями по точности и ограничениями, имеющими тепловую природу в математическом аппарате прогнозирования технологической обрабатываемости материалов (рис. 3).



ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

1. Результаты работы по группам обрабатываемости, оформленные в виде справочника "Абразивная обработка: наладка, режимы резания" и руководящего технического материала (РТМ) "Дифференцированные шкалы обрабатываемости материалов в процессах абразивной обработки" прошли успешную апробацию и приняты к эксплуатации на ряде машиностроительных, автомобилестроительных и аэрокосмических предприятий:

- ФГУП "НПЦ газотурбостроения "САТЮТ", г. Москва;
- ФГУП ГНПРКЦ "ЦСКБ-Прогресс", г. Самара;
- ОАО "ГРЦ им. академика В.П. Макеева", г. Миасс;
- ОАО "Производственное объединение "Севмаш", г. Северодвинск;
- ГОСКОРПОРАЦИЯ "РОСАТОМ" – ВПО "ТОЧМАШ", г. Владимир;
- ОАО "Горьковский автомобильный завод", г. Нижний Новгород;
- ОАО "КАМАЗ", г. Набережные Челны;
- ОАО "Нефтекамский автозавод", г. Нефтекамск.

РТМ также включен в качестве дополнения к существующему справочнику "Режимы резания на работы, выполняемые на шлифовальных и доводочных станках с ручным управлением и полуавтоматах".

2. Разработанный алгоритм, в автоматизированном цикле расчетным путем определяющий значение абсолютной технологической обрабатываемости, принят к внедрению группой компаний "АДЕМ" для реализации САЕ-модуля технологического назначения в составе системы сквозного проектирования АДЕМ CAD/CAM/CAPP и РТМ в виде баз данных по группам и коэффициентам обрабатываемости материалов, применяемых при нормировании операций абразивной обработки в модуле АДЕМ NTR.



Рис. 1. Схема формирования технологической обрабатываемости материалов в процессах абразивной обработки

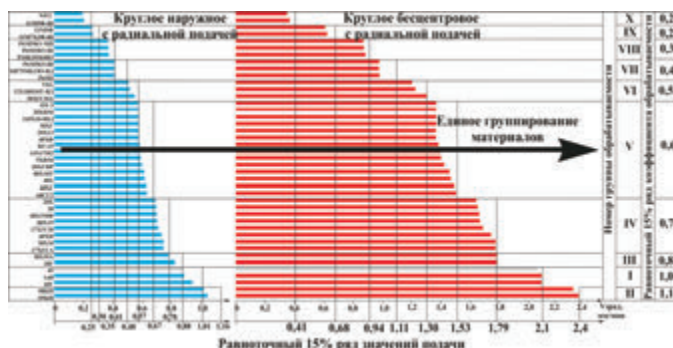
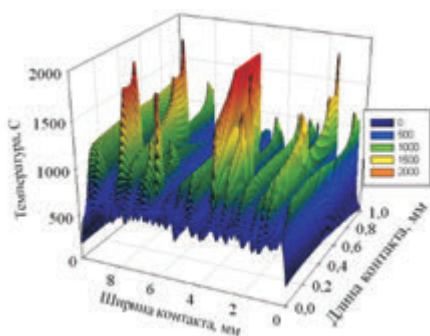
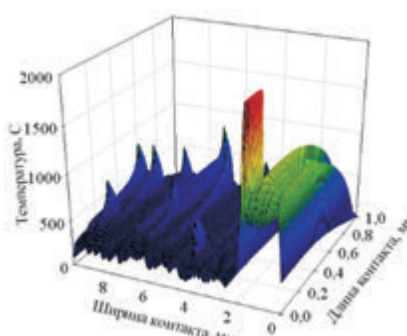


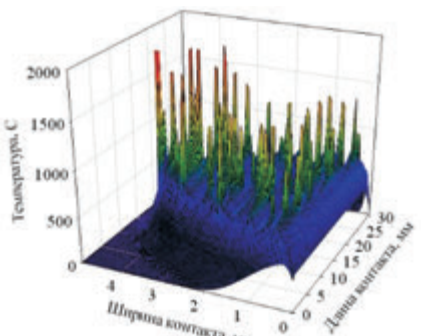
Рис. 2. Двухфакторные области технологической обрабатываемости в однопараметрическом пространстве параметра управления



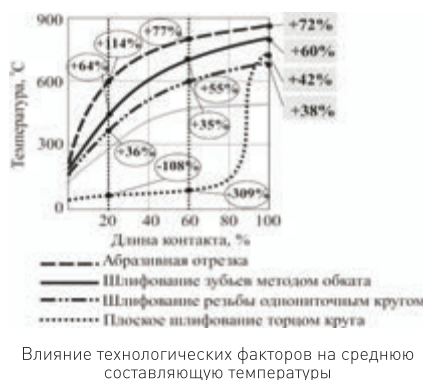
Круглое с радиальной подачей



Круглое с радиальной подачей



Шлифование торцов с осевой подачей



Влияние технологических факторов на среднюю составляющую температуры

Рис. 3. Температурные поля



РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ, ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИОННО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Исследование направлено на разработку составов, технологии получения и обработки многослойных конструкционно-функциональных полимерных нанокompозитов. В исследовании затронуты аспекты математического моделирования свойств нанокompозитов и технологических показателей их механической обработки. Отдельное направление работы, носящее прикладной характер, - выявление оптимальной области применения конкретной комбинации многослойного конструкционно-функционального нанокompозита.

Руководитель проекта - д.т.н. А.А. Дьяконов

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Разработка технологии производства и состава конструкционных и функциональных материалов при введении наночастиц.

Создание математической модели для прогнозирования свойств нанокompозитов.

Вскрытие и установление взаимосвязи между важнейшими механическими и физико-химическими процессами взаимодействия режущего инструмента и обрабатываемого конструкционного нанокompозита для создания режимно-инструментального обеспечения операций механической обработки в широком диапазоне технологических условий.

Одним из основных направлений совершенствования современных конструкций и повышения их технологичности является применение композитных материалов. Вместе со всеми плюсами – малой плотностью, пространственно ориентированной сопротивляемостью внешним силам, целенаправленным комплексом свойств (демпфированием колебаний, заданным уровнем модуля упругости, термостойкостью и т.д.) композитные материалы ставят перед технологами существенные проблемы механической обработки, а перед конструкторами – проблемы прочностных и деформационных расчетов. Эти трудности вызваны присущей этим материалам особенностью строения.

Учет реальных свойств материалов имеет большое значение в развитии механики твердого деформируемого тела. Классическое представление о сплошном, однородном, изотропном, линейно-упругом теле в большинстве случаев уже не удовлетворяет практиков, т.к. почти все материалы, применяемые в машиностроении и других отраслях: металлы и сплавы с неоднородной поликристаллической структурой, бетоны, армированные пластики и т.п. – являются композитными материалами. Применяемые в виде покрытий композитные материалы позволяют формировать заданные специфические свойства рабочих поверхностей (фрикционные или антифрикционные свойства, стойкость к агрессивным средам определенного состава, заданные деформационные свойства и т.д.).

К настоящему времени сформировались два основных направления применения композитных материалов в различных отраслях промышленности:

- новые конструктивные решения с использованием композитных материалов;
- ремонт, восстановление и профилактика износа рабочих поверхностей деталей и конструкций.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработан способ введения наночастиц в полимер и создания полимерного нанокompозита.
2. Определен оптимальный состав полимерного нанокompозита, обладающего стабильно высокими свойствами.
4. Разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать прочностные свойства полимерного нанокompозита по известным свойствам полимера, типу и количеству наночастиц.
5. Исследована возможность применения углеродного наноматериала "Таунит-МД" в качестве токопроводящих частиц чувствительных сенсоров.
6. Исследованы вопросы диспергирования и изготовления датчиков.
7. Установлено, что вязкости эпоксидной смолы и суспензии с УНТ существенно зависят от скорости сдвига и описываются экспоненциальными зависимостями, константы которых определяются температурой испытаний и массовым содержанием УНТ.
8. Проведены опыты с сенсорами при изменении температуры и давления, проверено влияние добавления других токопроводящих частиц для возможного уменьшения содержания нанотрубок.
9. Проведено исследование прочностных свойств волокнистого композитного материала с добавлением наночастиц [УНТ и SiO₂].



ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработана технология смешивания полимера с частицами, при этом учтены следующие факторы: предварительная обработка частиц, способ смешивания, время смешивания, температура смешивания, режим отверждения. Проведен контроль полученных с помощью данной технологии образцов.

2. Создан новый полимерный композит по разработанной технологии и оценены его качество и свойства.

3. Изготовлены образцы различного состава и проведены экспериментальные исследования для определения зависимости различных свойств от состава нанокompозита. Выявлены новые зависимости свойств полимерного нанокompозита при различном содержании наночастиц.

4. Разработана новая конструкция диспергатора, отличающаяся повышенной эффективностью разрыва агломератов УНТ по сравнению с аналогичными современными устройствами.

5. Разработан и опробован технологический процесс создания функционального нанокompозита на основе эпоксидной смолы и УНТ типа ТАУНИТ-МД;

6. Разработаны варианты сенсоров на основе одномерных и двумерных структур функциональных нанокompозитов с различной массовой долей УНТ; электрические сопротивления сенсоров можно регулировать в диапазоне от нескольких МОм до сотен Ом.

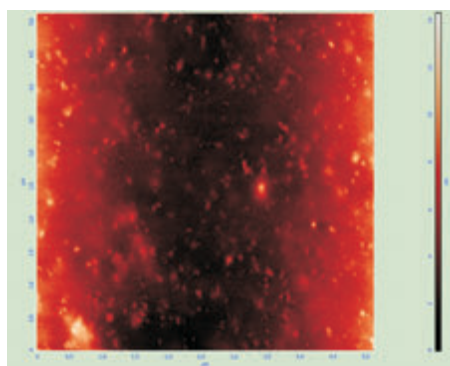


Рис. 1. Распределение частиц в пленке эпоксидной смолы при объемной доле наночастиц 5%, время смешивания 7 минут

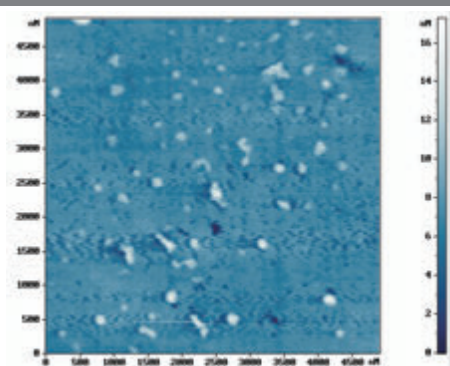


Рис. 2. Распределение частиц в пленке эпоксидной смолы при объемной доле наночастиц 3%, время смешивания 10 минут

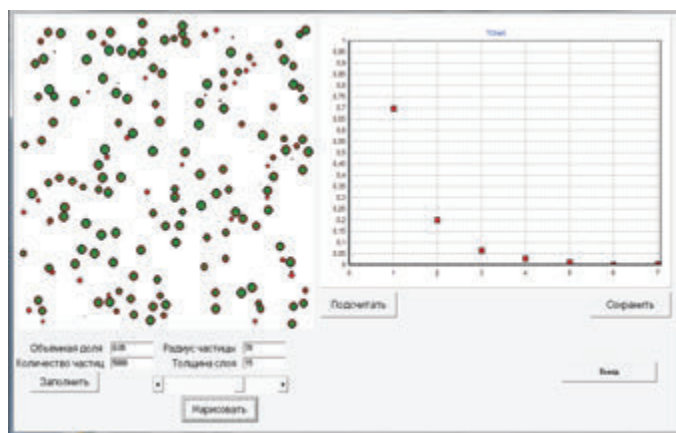


Рис. 3. Моделирование распределения количества наночастиц в зависимости от объемной доли

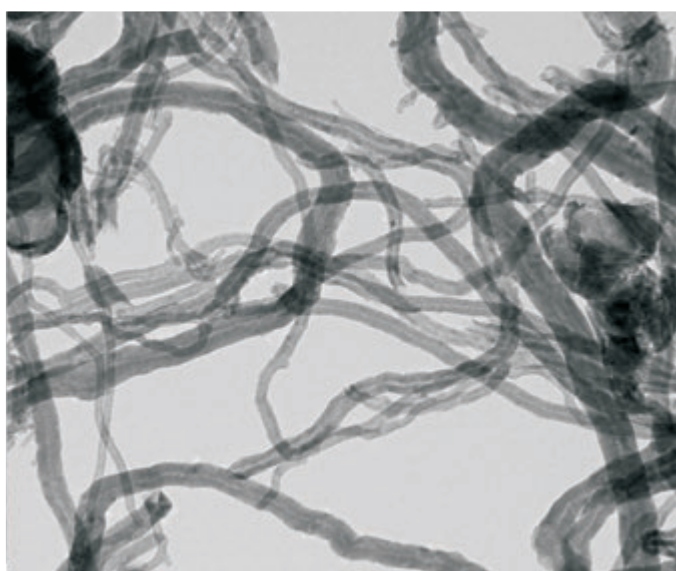


Рис. 4. УНТ Таунит-МД в просвечивающем электронном микроскопе JEOL (25000x)

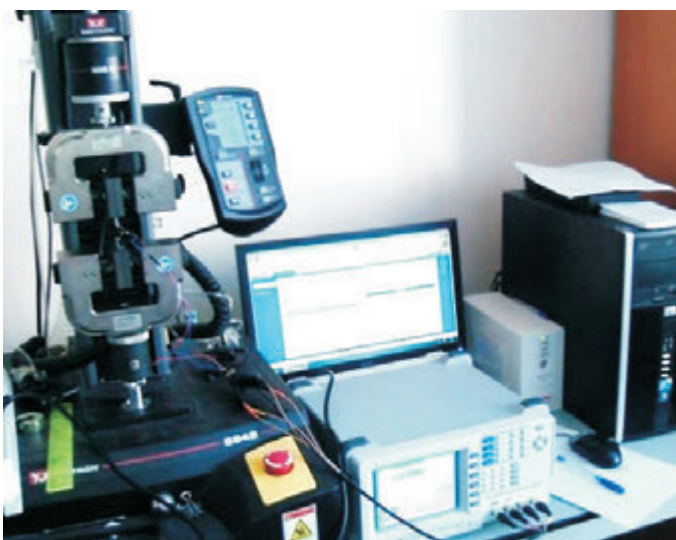


Рис. 5. Установка для испытания сенсоров при изменении давления



АНАЛИЗ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ, СОПРЯЖЁННЫХ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ РАСПЛАВАМИ

Исследование выполняется при поддержке РФФИ (проект 13-03-00534). Работа включает в себя построение фазовых диаграмм ряда систем на основе меди, а также кобальта, свинца и магния. Построенные диаграммы полезны для более глубокого понимания сущности окислительно-восстановительных процессов в металлических расплавах с образованием неметаллических фаз. Помимо теоретических работ проводится экспериментальное изучение ряда систем “жидкий металл – сопряжённые сложные фазы”.

Руководитель проекта - д.т.н. Г.Г. Михайлов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Совершенствование методик термодинамического анализа систем, включающих расплавы цветных металлов

ПУБЛИКАЦИИ

1 монография

4 научные статьи

8 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в РИНЦ

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В процессе работ, проведённых в 2013–2014 гг., получены следующие научные результаты:

1. Разработан алгоритм построения поверхностей растворимости компонентов в металле (ПРKM) для систем на основе цветных металлов, опирающийся как на фундаментальные положения химической термодинамики, в частности, на правило фаз Гиббса, так и на современные вычислительные методики и возможности вычислительной техники.

Процедура расчёта координат элементов диаграммы реализуется через численное решение систем трансцендентных уравнений, связывающих концентрации компонентов металлического расплава с концентрациями компонентов сопряжённых с металлом фаз. Такое решение последовательно осуществляется для невариантных, моновариантных и бивариантных равновесий, реализующихся в системе. Таким образом определяются координаты точек невариантных равновесий, линий, связывающих эти точки, и бивариантных полей на диаграмме состояния.

2. Разработаны схемы фазовых равновесий для сложных многокомпонентных систем, включающих в себя различные неметаллические (оксидные, сульфидные, галогенидные, карбидные и карбонитридные) и интерметаллические фазы.

3. Рассчитаны фазовые диаграммы ряда систем на основе меди, свинца и кобальта. В процессе расчётной части работы использованы как собственные, так и заимствованные базы термодинамических характеристик индивидуаль-

ных веществ и растворов (в частности, баз, созданных “Thermfact” (Канада) и “GTT Technologies” (Германия)). Формирование полноценных собственных баз самосогласованных данных такого рода, осуществляемое, как правило, параллельно процессу построения диаграмм – важная часть проводимой в ходе проекта работы.

Некоторые примеры построенных диаграмм.

На рис. 1 представлены разрезы диаграммы системы Cu–Sn–Pb–Zn–O при $T=1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $[\text{Pb}]=5\text{ мас. \%}$. Согласно диаграмме, металлический расплав при этих условиях может находиться в равновесии с твёрдыми ZnO, Zn_2SnO_4 , SnO_2 и Cu_2O (области I, II, III и V соответственно), а также с оксидным расплавом (область IV).

На диаграмме системы Pb–As–O (рис. 2) – пять областей фазовых равновесий: области равновесий металлического расплава с двумя модификациями PbO (свинцовым глёттом и массивотом), область равновесия металлического расплава с оксидным расплавом, область равновесия металла с $\text{Pb}_3(\text{AsO}_4)_2$, а также область его равновесия с As_2O_3 .

На рис. 3 представлена ПРKM системы Co–V–O.

Рассматриваемый интервал температур характеризуется наличием в системе оксидного расплава. В области I определены составы металла, равновесного с твёрдым оксидом кобальта. В области II – составы металла, находящегося в равновесии со шпинелью $\text{CoO}\cdot\text{V}_2\text{O}_3$. В области III заданы составы металла, находящегося в равновесии с оксидным расплавом (CoO и V_2O_3). Наиболее обширная из представленных на рисунке областей – область IV – демонстрирует составы металла, находящегося в равновесии с твёрдым оксидом ванадия V_2O_3 . Расчёты показывают, что VO в равновесии с металлом в этой системе может находиться при содержании ванадия в расплаве выше 10 %.



Полученные диаграммы позволяют объяснить состав неметаллических включений в кобальте и его сплавах, а также скорректировать процессы рафинирования металлического расплава и моделировать технологически необходимые фазовые равновесия.

4. В ходе экспериментальной части исследования получены новые данные о равновесных составах фаз в ряде изученных систем. Использована модификация методики, описанной Д.Я. Поволоцким и основанной на исследовании состава, размеров и формы включений сложных веществ, образующихся в жидком металле в условиях градиента концентрации примесей.

Перечислим некоторые примеры результатов, полученных в ходе этой части исследования.

Первым примером методики и результатов проведённых исследований могут служить исследования системы Cu-Sn-Pb-Zn-O. На рис. 4 представлены результаты электронно-микроскопического изучения шлифа слитка, полученного в процессе окисления металлического расплава, содержащего по 5 мас. % олова, свинца и цинка. Исследование позволило определить: в каком порядке происходит окисление примесей медного расплава, и каковы продукты окисления.

Результаты, полученные в ходе анализа данных исследования, свидетельствуют в пользу того, что при окислении сплава Cu-Sn(5%)-Pb(5%)-Zn(5%) реализуется следующий порядок окисления компонентов металла: Zn-Sn-Pb-Cu. При этом продуктами окисления в зависимости от количества введённого в систему кислорода могут являться: ZnO, Zn₂SnO₄, SnO₂, PbO и Cu₂O. Данные о продуктах окисления, особенно об образовании в системе тройного соединения Zn₂SnO₄, были использованы при построении представленной выше фазовой диаграммы системы Cu-Sn-Pb-Zn-O.

На рис. 5 представлена микрофотография включения, полученного в процессе исследования слитков системы Cu-Zn-S.

Полученные в ходе экспериментальной части исследования результаты хорошо коррелируют с результатами теоретической части.

Разработанные методики могут быть использованы при анализе и совершенствовании процессов получения цветных металлов из руд, процессов выплавки различных сплавов цветных металлов и процессов реagentного рафинирования цветных металлов (включая технологии огневого рафинирования свинца и меди).

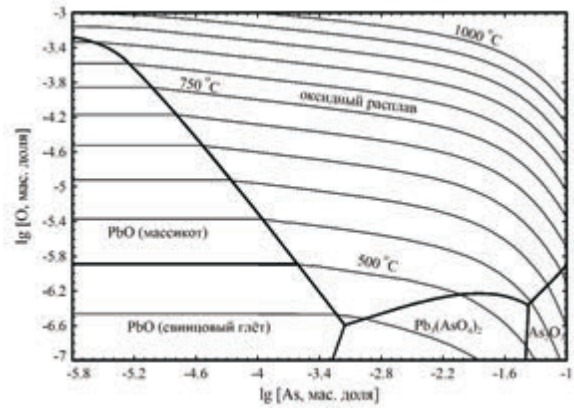


Рис. 2. Диаграмма системы Pb-As-O

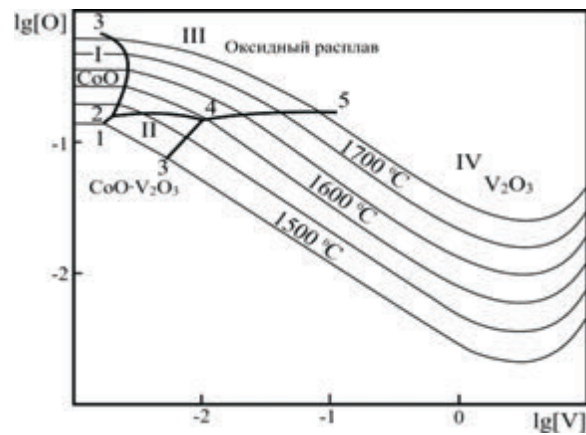


Рис. 3. Диаграмма системы Co-V-O

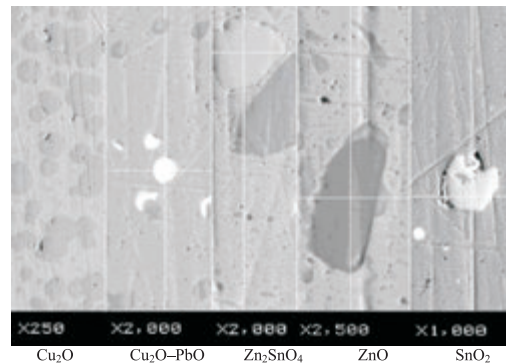


Рис. 4. Микрофотографии включений, обнаруживаемых в металле системы Cu-Sn-Pb-Zn-O

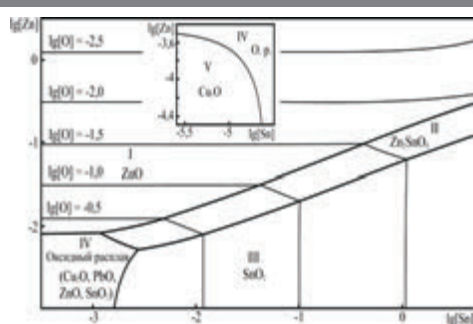


Рис. 1. Разрез диаграммы системы Cu-Sn-Pb-Zn-O при T=1200 °C и [Pb]=5 мас. %

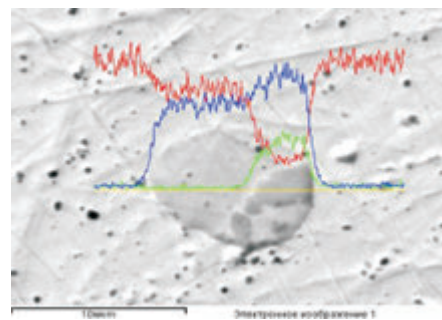


Рис. 5. Система Cu-Zn-S. Комплексное включение. Светлая часть включения – сульфид меди. Более тёмная часть – затвердевший расплав, включающий сульфид цинка. Красная линия – медь, синяя – сера, зелёная – цинк



ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОРБЦИОННО-ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТРОЙНЫХ СИЛИКАТОВ В РЕЖИМЕ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

Проект направлен на создание нового класса неорганических материалов с наноцентрами, дифференцированными по выполняемым функциям. Фотокаталитические центры разрушают органические загрязнения, а сорбционные центры поглощают высвобожденные тяжёлые металлы. Материал предназначен для реабилитации нарушенных природных территорий и предотвращения аварийных ситуаций.

Руководитель проекта - д.т.н. Г.Г. Михайлов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование закономерностей формирования саморегулирующихся композиционных сорбционно-фотокаталитических систем и синтеза материалов на основе силикатов и алюмосиликатов кальция с использованием структурообразующих модификаторов

ПУБЛИКАЦИИ

1 монография

16 научных статей

3 научных доклада

1 заявка на патент РФ

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

8 статей в SCOPUS

2 статьи в Web of Science

8 статей в РИНЦ

Проблема реабилитации территорий, загрязненных техногенными отходами, имеет глобальное экологическое значение для биосферы. Преимущество в решении данной проблемы имеют энергосберегающие, простые в использовании способы, не требующие последующей утилизации используемых реагентов, в сочетании с деструктивными методами разложения вредных веществ. Существуют различные способы очистки природных объектов, но эффективные экономически оправданные методы комплексной очистки от органических и неорганических веществ отсутствуют.

Для разрушения органических загрязнителей известно использование фотокаталитического метода. Фотокаталитическое окисление относится к деструктивным экологически чистым способам очистки воды и воздуха. К настоящему времени доказано, что на поверхности оксида титана могут быть окислены (минерализованы) до CO_2 и H_2O практически любые органические соединения.

В гетерогенном катализе особый интерес представляют "привитые" гетерогенные системы, в которых нанесенное фотокаталитическое покрытие структурно связано с молекулами подложки. Локально распределенные координационно-ненасыщенные фотокаталитически активные наноцентры являются наиболее активными в процессах адсорбции, катализа, химических реакций, нежели массивные оксиды.

Использование в природных условиях нанопорошков фотокатализаторов недопустимо из-за их высокой активности и экологической опасности. Поэтому активные наноцентры должны быть синтезированы и прочно закреплены на подложках с варьируемой плотностью с целью использования в качестве плавающих барьеров на

водоёмах или при отсыпке загрязнённых нефтепродуктами почв.

В гетерогенном фотокатализе давно признана важность роли координационной ненасыщенности поверхностных атомов (центров). Существует огромное множество примеров того, что нанесенные системы значительно более активны, нежели массивные оксиды. Как правило, нанесенные оксидные системы представляют собой инертные или малоактивные подложки (SiO_2 , MgO , Al_2O_3 и др.), содержащие частицы или отдельные ионы переходных металлов.

В нанесенных системах примесные атомы (ионы) обычно хорошо диспергированы на поверхности носителя и не образуют поверхностной фазы оксида. Особый интерес представляют "привитые" системы. В известных "привитых" системах в качестве подложки используются, как правило, инертные материалы, а способы подготовки подложек и последующее формирование фотокаталитических центров трудоемки и связаны с использованием токсичных органических растворителей.

Для увеличения активности фотокаталитических центров необходимо использовать химически активную подложку, участвующую в сорбционном процессе и активирующую фотокаталитическое разложение, то есть синтезировать сорбционно-фотокаталитическую систему.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В ранее проведенных работах синтезирован композиционный сорбент, обладающий способностью к необрати-



тому поглощению катионов тяжелых металлов в широком интервале pH и концентраций растворов сорбата при сохранении прочности и диффузионной проницаемости. Разработана технология нанесения фотокаталитических наночастиц на инертные подложки. Эффективность работы сорбента доказана на модельных и загрязненных природных объектах, а для фотокаталитических систем – при разложении нефтепродуктов. Проблема совмещения сорбционного и фотокаталитического способов очистки загрязненных объектов (воды, почв) ранее не рассматривалась.

Новизна заявляемой разработки заключается:

- в разработке оригинального способа получения эпитаксиально закрепленных на поверхности сорбента структурных фрагментов оксида титана в высокоактивном наноразмерном состоянии;
- в оптимизации сорбционных и фотокаталитических стадий очистки техногенных объектов от неорганических и органических загрязнителей.

При проведении первого этапа исследований синтезирован композиционный материал сорбента-подложки для последующего нанесения фотокаталитически активных наночастиц оксида титана в присутствии структурообразующего модификатора методом низкотемпературного активированного спекания. Разработаны способы нанесения оксида титана на активную подложку:

1. Метод сорбции хлорида титана из раствора, сопровождаемый щелочным гидролизом $TiCl_3$.
2. Метод прямых обменных процессов на поверхности с минимизацией роли воды как среды переноса.

Проведенные эксперименты показали, что разработанные способы позволяют получить сорбционно-фотокаталитические системы, обеспечивают возможность регулирования концентрации фотокаталитически активных наночастиц на поверхности при сохранении сорбционных центров. Электронно-микроскопический анализ показал, что фотокаталитические и сорбционные центры территориально разделены и не блокируют друг друга. Подтверждением эффективности сорбционно-фотокаталитических систем являются результаты проведенных экспериментов по сорбции сульфата меди и разложению газового конденсата.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Проведенные исследования позволили получить сорбционно-фотокаталитическую систему, эффективно взаимодействующую с органическими и неорганическими загрязнителями природной среды.

На следующем этапе работы планируется апробация сорбционно-фотокаталитических систем для разложения нефти, нефтепродуктов, пестицидов и других органических загрязнений.

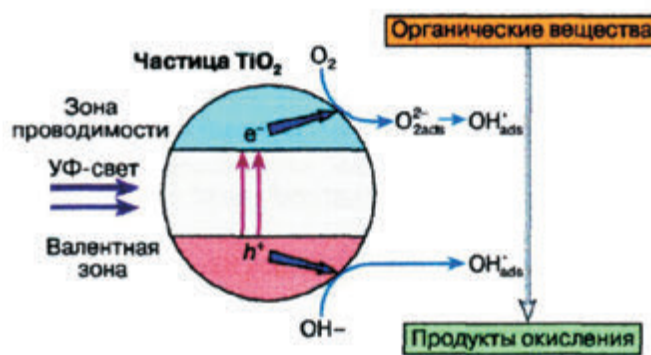


Рис. 1. Принцип действия диоксида титана как фотокатализатора

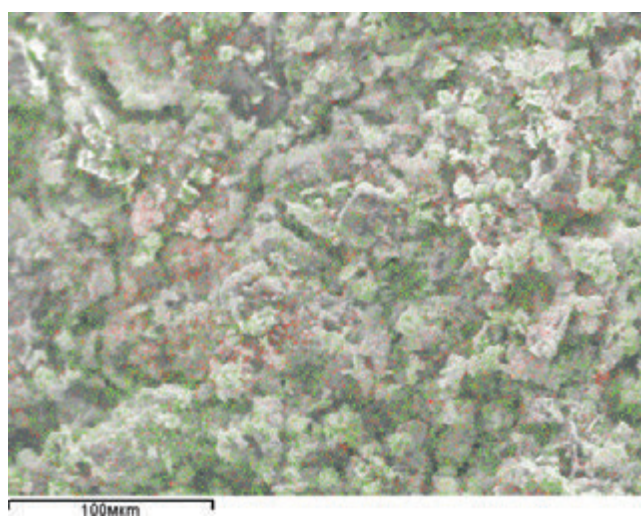


Рис. 2. Карта распределения сорбционных и фотокаталитических наночастиц

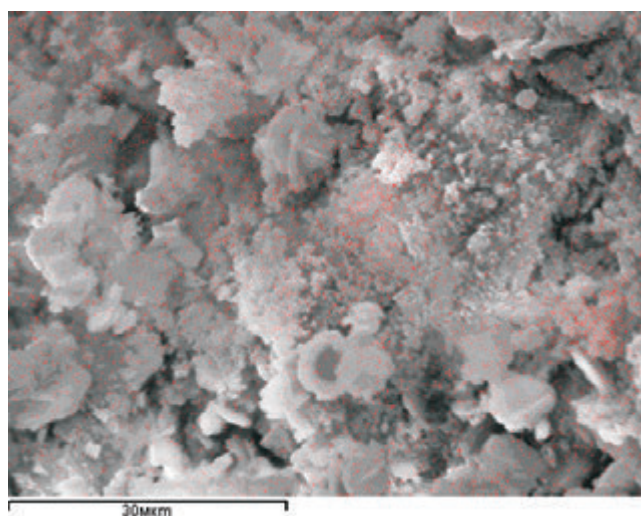


Рис. 3. Активные наночастицы

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕТОДА ПРОТИВОФЛОКЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОКОВОК В ТЕРМОСЕ

Проект посвящён разработке нового способа противоблокованной обработки стальных поковок, в котором резко сокращена или полностью устранена длительная энергозатратная изотермическая выдержка поковок в печах, необходимая для выделения водорода, за счёт использования регламентированного внепечного охлаждения поковок в термосах. Рассмотрены проблемы теплообмена и диффузионного выделения водорода при выдержке поковок в термосе, чтобы обеспечить такие условия охлаждения, которые надёжно предотвращают образование флокенов.

Руководитель проекта - д.ф.-м.н. Д. А. Мирзаев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка нового способа термической обработки поковок, при котором выделение водорода происходит не в печи, а во время замедленного охлаждения поковок в теплоизолированных колпаках — термосах

ПУБЛИКАЦИИ

1 кандидатская диссертация

1 патент

4 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Web of Science

5 статей в РИНЦ

Водород попадает в сталь в количествах до 0,0015 % из окружающей атмосферы при выплавке. После кристаллизации водород вынужденно остаётся в твёрдой стали, а его растворимость существенно уменьшается с понижением температуры. Поэтому водород стремится выделиться в любую микропору, создавая в ней гигантское давление газообразного H_2 . Ниже 200 °C это приводит к образованию и росту флокенов — трещин, заполненных водородом. Чтобы избежать такого неисправимого брака, крупные много-тонные поковки приходится выдерживать в печах при 680–700 °C от 40 до 150 часов (в зависимости от диаметра) для диффузионного выделения водорода в атмосферу, пока концентрация водорода не снизится до безопасной (~0,0002 %).

Общая проблема металлургических предприятий, которые производят крупные (диаметром 500 и более мм) стальные поковки — это большие затраты труда персонала и топлива или электроэнергии для печей, в которых поковки проходят отжиг. Ещё более важно и то, что операция отжига из-за хронической нехватки печей является узким местом процесса производства поковок, сдерживающим производительность кузнечно-прессовых цехов.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Решена диффузионная задача о выделении водорода в условиях охлаждения поковок в термосе с заданной постоянной скоростью w (5–20 °C/час). Решение позволило создать компьютерную программу, точно предсказывающую:

- на сколько часов $t_{эв}$ можно сократить изотермический отжиг в печи, если после него охлаждать поковку в термосе со скоростью w ;
- какой должна быть скорость охлаждения, чтобы готовую поковку после горячей деформации можно было охлаждать только в термосе без риска получения флокенов.

2. Получено решение теплофизической задачи расчёта эффективного коэффициента теплообмена $\alpha_{эфф}$ между остывающими поковками и атмосферой цеха, величина которого зависит от нескольких коэффициентов теплопроводности и теплообмена, а также конструктивных и геометрических параметров термоса. Знание $\alpha_{эфф}$ чрезвычайно важно при конструировании термоса, чтобы обеспечить заданную скорость охлаждения в нём.

3. Работа успешно внедрена на ОАО "Уральская кузница" (г. Челябинск).



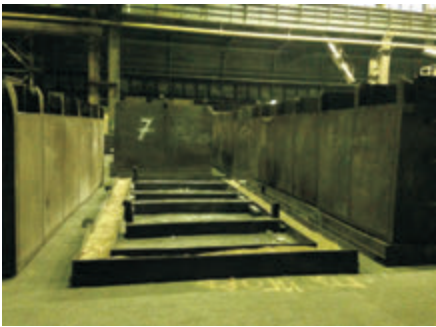


Рис. 1. Термосы в кузнечном цехе ОАО «Уральская кузница»

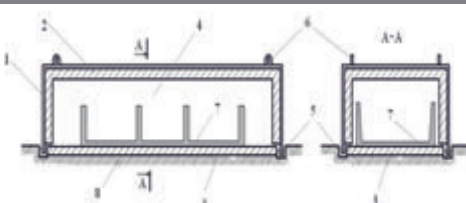


Рис. 2. Устройство термоса, используемого на ОАО «Уральская кузница»
 1 – стальной корпус;
 2 – теплоизолирующий материал;
 3 – футерованный пол;
 4 – рабочее пространство;
 5 – песочный затвор;
 6 – проушины для захвата и перемещения колпака; 7 – бугели;
 8 – фундамент цеха

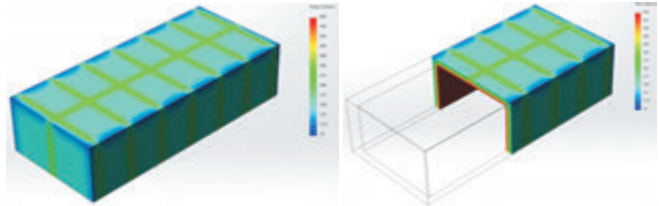


Рис. 3. Распределение температур внутри термоса при охлаждении поковок

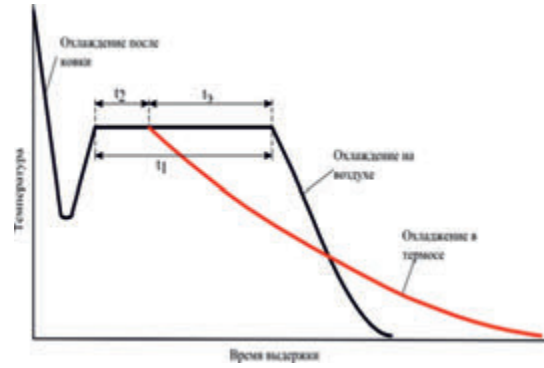


Рис. 4. Старый и новый режимы термической обработки поковок

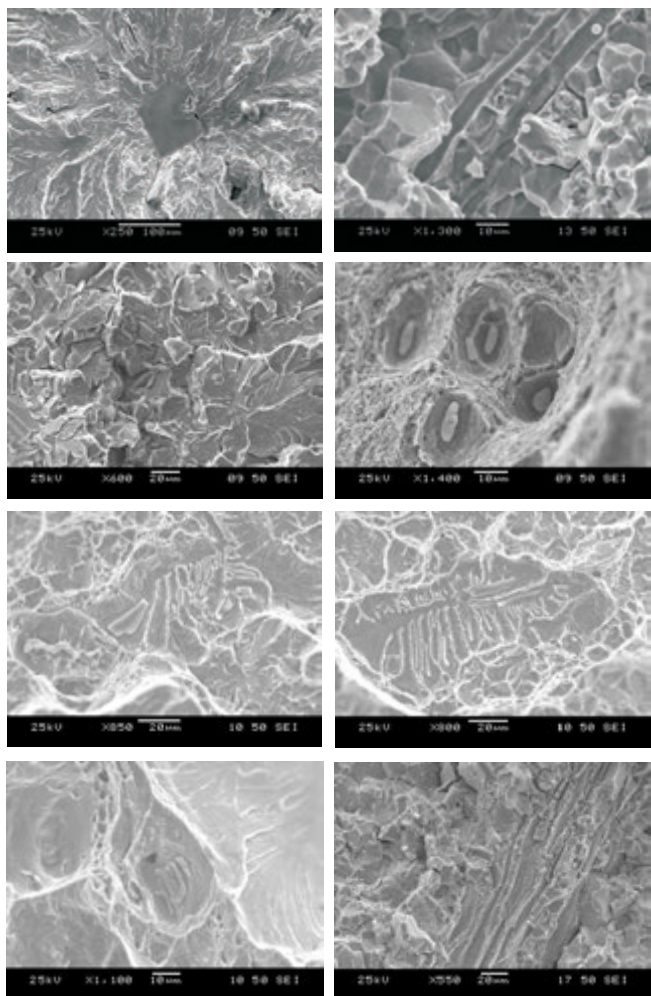


Рис. 5. Фотографии центральной части флокенов, сделанные в сканирующем электронном микроскопе



ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАВАЕМЫМ КОМПЛЕКСОМ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗА СЧЕТ ВВЕДЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ФАЗ С РАЗЛИЧНОЙ УДЕЛЬНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

В процессе работы решен ряд фундаментальных вопросов, связанных с разработкой основ рационального конструирования композиционных материалов с задаваемым комплексом механических и физических свойств за счет введения мелкодисперсных фаз. Одним из важнейших результатов исследования является определение условий смачивания карбидов вольфрама и титана металлическим расплавом.

Руководитель проекта - к.т.н. В.И. Чуманов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать фундаментальные основы конструирования высокофункциональных слоистых композиционных материалов

ПУБЛИКАЦИИ

11 научных статей

8 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в SCOPUS

11 статей в РИНЦ

Известно, что введение в металлические материалы мелкодисперсных тугоплавких частиц карбидов позволяет существенно увеличивать физико-механические свойства металла. Однако, успех введения таких частиц зависит от степени смачиваемости вводимых частиц металлическим расплавом, которая характеризуется краевым углом смачивания.

Краевой угол смачивания – угол, образованный касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающим смачивающую жидкость. Вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз. Традиционным методом определения угла смачиваемости материалов является метод “лежащей капли”, суть которого заключается в совместном нагревании прессованной подложки из анализируемого вещества и смачивающего материала. Однако, ещё до температуры плавления металла, между тремя фазами (атмосфера – жидкость – твердое тело) начинают происходить сложные химические реакции, способные исказить результаты эксперимента.

Исходя из сказанного, исследования были проведены на экспериментальном комплексе, сконструированном в Центре высокотемпературных исследований научно-исследовательского института литья (“Foundry Research Institute”, г. Краков, Польша).

Экспериментальный комплекс с уникальным дизайном (рис. 1), построен на концепции блоков LEGO. Он объединяет в своем составе несколько аппаратов с уникальными возможностями, предназначенными для оценки комплексных характеристик материалов при высоких температурах, различные методы изучения смачиваемости материалов. Данный комплекс позволяет производить испытания различных материалов (металлов,

сплавов, стекла, шлаков, керамики и т.д.) в условиях контролируемой температуры (до 2100 °С) под вакуумом (до 10⁻¹⁰ ГПа) или в защитной атмосфере.

На данном комплексе был проведен ряд исследований по определению условий смачивания карбидов вольфрама и титана. Исследование смачиваемости карбида вольфрама методиками контактного и бесконтактного нагрева показало, что в условиях окислительной и нейтральной атмосферы реакция взаимодействия карбида вольфрама и металла идет по химической связи, через растворение. На кинограммах процесса наблюдается впитывание образца жидкого металла в подложку при реализации обеих методик (рис 2). Это свидетельствует, что карбид вольфрама полностью смачивается расплавом на основе железа.

С карбидом титана были проведены эксперименты в трёх различных атмосферах. Эксперимент по методике контактного нагревания в вакууме и в аргоне показал, что при плавлении металла на подложке из карбидов формирование капли не происходит – расплавленный металл полностью впитался в подложку в течение 5-7 секунд (рис. 3).

Эксперимент по методике бесконтактного нагрева в окислительной атмосфере показал, что выдавливаемая капля металла не впитывается в подложку и при этом на границе “капля/подложка” идет химическая реакция. Результаты эксперимента иллюстрируют, что в окислительной атмосфере смачивания карбида титана не происходит (рис. 4). Данный факт объясняет большой разброс результатов исследований о смачиваемости TiC, а также объясняет неудачу различных исследователей, которые вводили дисперсные частицы карбида титана в атмосфере цеха (окислительной).



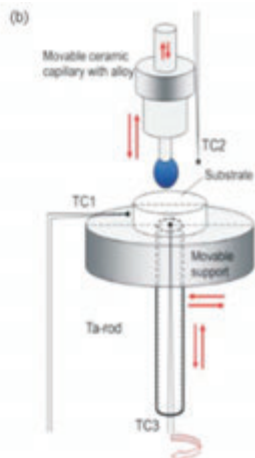


Рис. 1. Экспериментальный комплекс для высокотемпературных исследований (а) и схема его подвижных элементов, позволяющих изучение различными методами и процедурами испытаний (б)

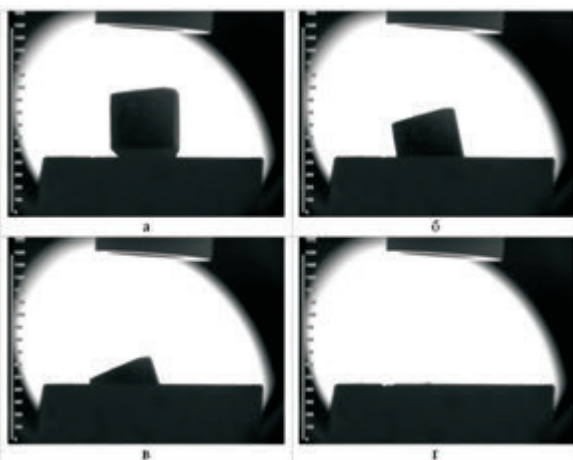


Рис. 2. Кинограмма высокотемпературного взаимодействия образца ст.20 с подложкой WC по методике контактного нагрева:
а – начало плавления;
б – через 3 сек.; в – через 7 сек.;
г – через 10 сек.

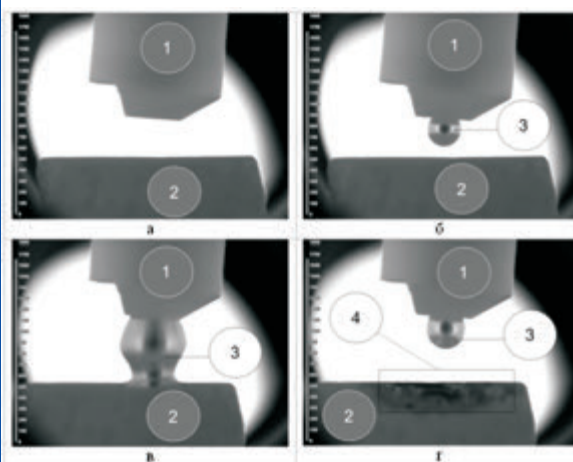


Рис. 3. Кинограмма высокотемпературного взаимодействия образца ст.20 с подложкой TiC в вакууме по методике безконтактного нагрева (1 – мини камера с расплавленным металлом; 2 – спеченная подложка; 3 – капля выдавливаемого металла; 4 – место впитывания металла в подложку):
а – нагрев металла и подложки;
б – выдавливание капли;
в – взаимодействие металла и подложки;
г – впитывание металла в подложку.

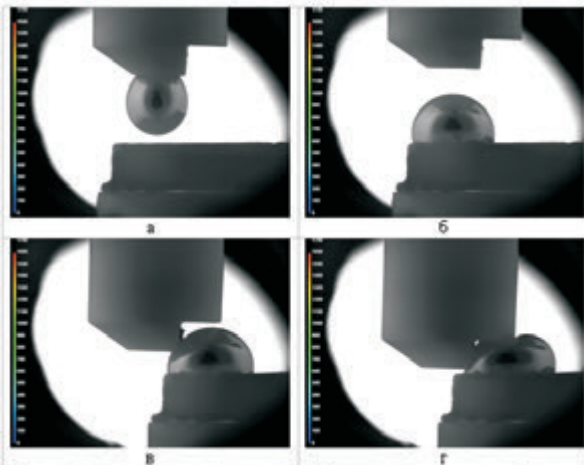


Рис. 4. Кинограмма высокотемпературного взаимодействия образца ст.20 с подложкой TiC в атмосфере воздуха по методике бесконтактного нагрева:
а – выдавливание капли;
б – фиксация капли в начальной точке;
в – касание капли манипулятором;
г – открытие границы раздела способом передвижения капли; д – передвижения капли;
е – фиксация капли в конечной точке.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЛАКОВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Исследование посвящено разработке и совершенствованию новой технологии пирометаллургического восстановления шлаков сталеплавильного производства. В ходе работы планируется разработка термодинамической модели процессов восстановления шлаков сталеплавильного производства, создание экспериментального образца установки для пирометаллургического восстановления шлаков сталеплавильного производства, разработка рекомендаций и предложений по использованию результатов работы в реальном секторе экономики.

Руководитель проекта - д.т.н. И.В. Чуманов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка комплекса научно-технологических решений в области создания новой технологии переработки шлаков сталеплавильного производства для уменьшения техногенной нагрузки на окружающую среду

ПУБЛИКАЦИИ

2 научные статьи

1 научный доклад

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

На первом этапе выполнения НИР в 2014 г. выполнены следующие прикладные научные исследования:

1. Проведён анализ научно-технической литературы, нормативно-технической документации и других материалов, относящихся к разрабатываемой теме. Проанализированы различные подходы, использующиеся для переработки шлаков (рис. 1) металлургического производства. Особое внимание уделено разработкам последних лет.

Проведённый анализ позволил выявить достоинства и недостатки предлагаемых и использованных подходов, трудности, связанные с переработкой шлаковых отвалов сталеплавильного производства, наметить пути разработки оптимальной схемы извлечения ценных металлов из шлаков сталеплавильного производства.

2. Проведенные патентные исследования позволяют сделать вывод о новизне научных, конструкторских и технологических решений, которые предполагается реализовать в рамках дальнейших работ над выполнением проекта, а также о том, что результаты работы пригодны к правовой охране на территории Российской Федерации.

3. Проведены работы по обоснованию выбора направления исследований (в

части схемы переработки шлаков сталеплавильного производства), методов и средств изучения структуры, состава и свойств экспериментальных образцов (описаны методики, указаны их преимущества и недостатки).

В технологическую схему разработки шлаковых отвалов сталеплавильного производства рекомендовано включить следующие виды работ:

- ➔ рыхление, усреднение и перемещение отвальной массы на участки временного складирования;
- ➔ извлечение из разрабатываемой отвальной массы металлических включений, лома огнеупоров, разрушение шлаковых массивов, содержащих металл и огнеупоры;
- ➔ доставку перерабатываемых материалов из забоев, то есть мест непосредственной разработки отвала и временных складов на дробильно-сортировочные установки (ДСУ) для переработки;
- ➔ вторичную переработку отвальной массы на ДСУ с целью полного извлечения металлов и огнеупоров, придания им товарного вида и получения продуктов из минеральной составляющей;
- ➔ обработку магнитного продукта, включающую очистку от шлака, сортировку по крупности и содержанию металла с получением присадок для обогащения шихты доменных печей.

Проведены и описаны предварительные эксперименты, направленные на уточнение ряда параметров методик, рекомендованных к дальнейшему исполь-



зованию. Продемонстрировано, что предложенные научные и технологические решения обладают признаками новизны.

4. С помощью программного пакета "FactSage" (версия 6.4) производства "Thermfact" (Канада) и "GTT Technologies" (Германия) осуществлено термодинамическое моделирование процессов пирометаллургического восстановления шлаков сталеплавильного производства различного химического и фазового состава.

ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

По результатам моделирования можно сделать следующие основные практически значимые выводы:

1. Масса металлической фазы, полученной в результате восстановления, может составлять 18–20 % от массы исходного шлака (рис. 2).

2. Использование восстановителя (углерода) массой порядка 10 % от массы восстанавливаемого шлака должно быть достаточно для проведения процедуры.

3. Жидкофазное восстановление шлака целесообразно проводить при температурах порядка 1500 °С и выше с целью более полного восстановления металлов и образования консолидированной металлической фазы.

4. При проектировании агрегатов для реализации разрабатываемой технологии следует предусмотреть меры по утилизации больших объёмов угарного газа и паров металлов, присутствующих в составе газовой фазы.

5. Осуществлены работы по обеспечению теоретических исследований поставленных задач необходимым программным обеспечением.

6. Проведены работы по комплексному изучению шлаковых отвалов Златоустовского металлургического завода – химического и фракционного состава шлаков, объёмов, местоположения и условий возможной транспортировки. Проведён комплексный анализ химического и фазового состава отвальных шлаков ОАО "ЗМЗ" (рис. 3). Методом локальной рамановской (КР) спектроскопии установлено, что оксидные компоненты шлаков не образуют самостоятельных фаз, а входят в состав сложных соединений. Анализ данных, полученных при определении физико-механических свойств, показал, что отвальные шлаки ОАО "ЗМЗ" могут быть использованы в качестве щебня, песка и щебеночно-песчаных смесей для дорожного строительства, заполнителя и слабоактивного материала для получения шлакоблоков, абразивных шлаковых материалов, флюсов для вагранок, материала для закладки шахтных выработок, вяжущего для укрепления грунтов при строительстве автодорог, а также материала для обратной засыпки.



Рис. 1. Образец отвального шлака

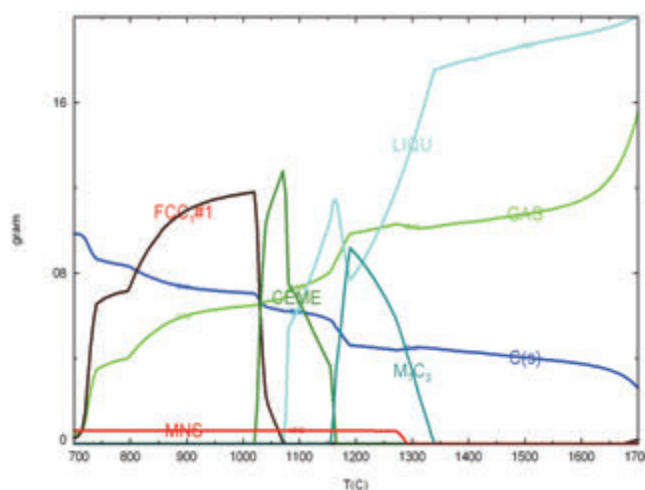


Рис. 2. Результат моделирования массы фаз в зависимости от температуры (исключая конденсированные оксидные фазы).
 FCC#1 – аустенитная ГЦК фаза;
 CEME – твёрдый цементитный раствор;
 LIQU – жидкий металл; M7C3 – карбидный раствор;
 GAS – газовая фаза; C – углерод;
 MNS – сульфидный твёрдый раствор на основе сульфида марганца. Исходная масса шлака – 100 г., масса углерода – 10 г.

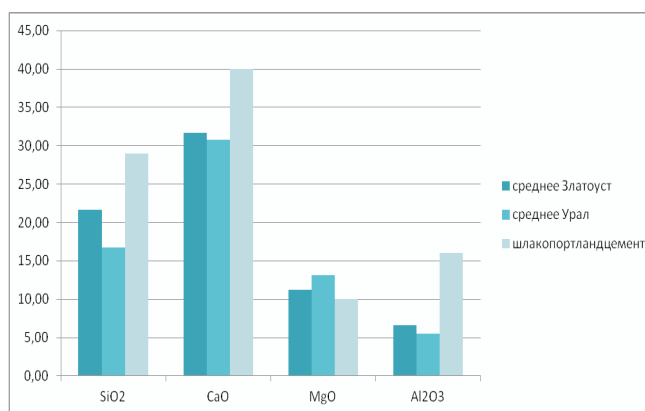


Рис. 3. Сравнение химического состава по главным оксидам Златоустовских шлаков, шлаков Уральского региона и стандартного шлакопортландцемента



РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЁМ ВВЕДЕНИЯ В КРИСТАЛЛИЗУЮЩИЙСЯ РАСПЛАВ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ КАРБИДОВ

Целью работы явилась разработка научных и технологических основ создания металлокерамических материалов, полученных путем введения в кристаллизирующийся расплав дисперсных частиц карбидов. В процессе исследования был разработан способ получения таких материалов и проведено компьютерное моделирование распределения дисперсных частиц по сечению получаемой заготовки при центробежном литье.

Руководитель проекта - д.т.н. И.В. Чуманов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать методы создания композиционных материалов, основанные на введении дисперсных частиц в жидкий расплав, получить и исследовать полученные материалы

ПУБЛИКАЦИИ

4 научные статьи

3 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Web of Science

1 статья в SCOPUS

4 статьи в РИНЦ

Развитие добычи минерально-сырьевых ресурсов, металлургии, тяжелого машиностроения вызвало необходимость использования сталей, обладающих такими механическими свойствами, при которых они способны работать в условиях повышенного абразивного износа при высоких нагрузках.

В настоящее время увеличение значений механических свойств металлов достигается либо за счет их легирования в значительных количествах, либо за счет применения различного рода обработок поверхностных слоев (наплавки, напайки, лазерной и плазменной обработки и т.д.).

Альтернативой использованию дорогостоящих легирующих элементов и технологическим обработкам могут служить дисперсно-упрочненные стали – то есть стали, содержащие твердые тугоплавкие мелкодисперсные частицы карбидов, оксидов, нитридов.

Однако, в связи с тем, что вводимые частицы и упрочняемая сталь имеют различную удельную плотность, распределение вводимых частиц по объему получаемой стали неравномерно, прогнозируемо и сложно управляемо.

В рамках первого этапа работ был разработан и запатентован способ получения металлокерамического материала путём введения в кристаллизирующийся расплав дисперсных частиц при разливе на машине центробежного литья.

Суть способа градиентного упрочнения центробежнолитых стальных заготовок: при разливе металла на машине центробежного литья в струю металла постоянно, в течение всего времени разлива подаются твердые тугоплавкие дисперсные частицы различной плотности. Если плотность вводимых дисперсных частиц меньше плотности расплава, то при определенной разнице плотностей центробежная сила и Архимедова сила не уравновешиваются. Возникают условия для перемещения частиц к свободной

поверхности расплава, то есть во внутренние поверхностные слои вращаемой заготовки. Если плотность вводимых частиц больше плотности расплава, то суммарное воздействие центробежной силы и Архимедовой силы будут перемещать вводимые частицы к фронту кристаллизации, то есть во внешние поверхностные слои вращаемой заготовки (рис. 1).

С помощью программного пакета ANSYS FLUENT 12.0 на высокопроизводительном кластере "Скиф-Урал" было проведено компьютерное моделирование распределения частиц по объему кристаллизующегося металла. В процессе моделирования рассматривалось продольное сечение заготовки с момента окончательного заполнения изложницы до момента полного затвердевания расплава (рис. 2). Сетка регулярная, элементы плоские.

В результате моделирования были получены изображения распределения частиц в различное время кристаллизации заготовки (рис. 3.1, 3.2), отображающие степень распределения по сечению формируемой заготовки после кристаллизации расплава.

Моделирование показало, что при совместном введении частиц, имеющих различные плотности, наблюдается преимущественное накопление частиц во внешнем поверхностном слое (для частиц с плотностью большей плотности расплава) либо во внутреннем поверхностном слое (для частиц с плотностью меньшей плотности расплава).

Однако, при увеличении количества вводимых частиц вольфрама (2,4% от массы заготовки и более) распределение частиц происходит ограниченно: во внешних поверхностных слоях располагается до 62% введенных частиц, 31% в середине заготовки, остальные - во внутренних поверхностных слоях.

Полученные данные станут основой создания высокоэффективной технологии изготовления металлокерамических композиционных материалов.



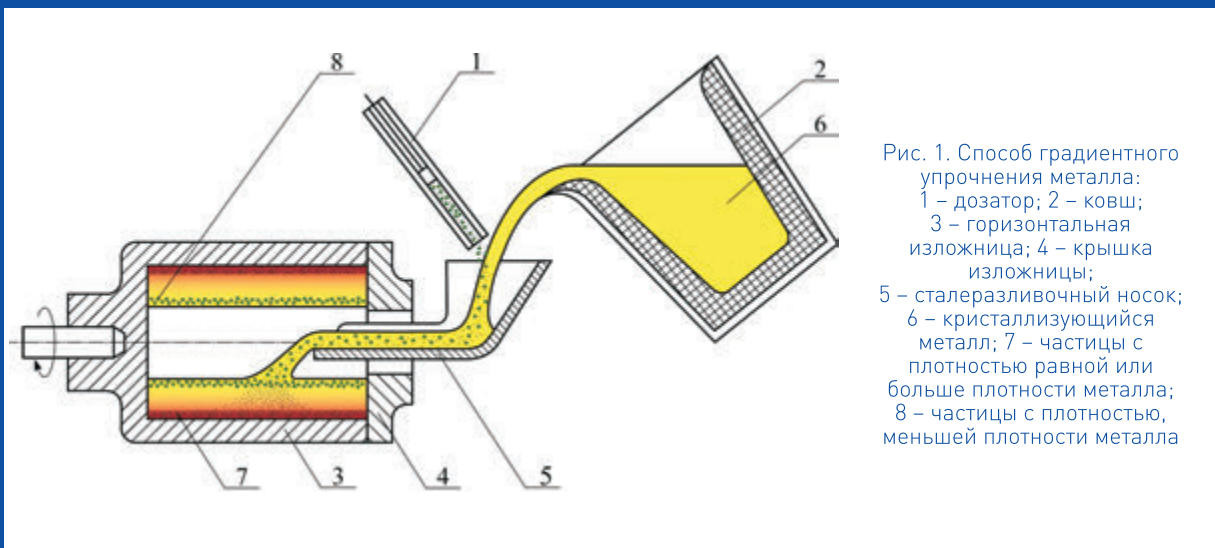


Рис. 1. Способ градиентного упрочнения металла:
1 – дозатор; 2 – ковш;
3 – горизонтальная изложница; 4 – крышка изложницы;
5 – сталеразливочный носок;
6 – кристаллизующийся металл;
7 – частицы с плотностью равной или больше плотности металла;
8 – частицы с плотностью, меньшей плотности металла

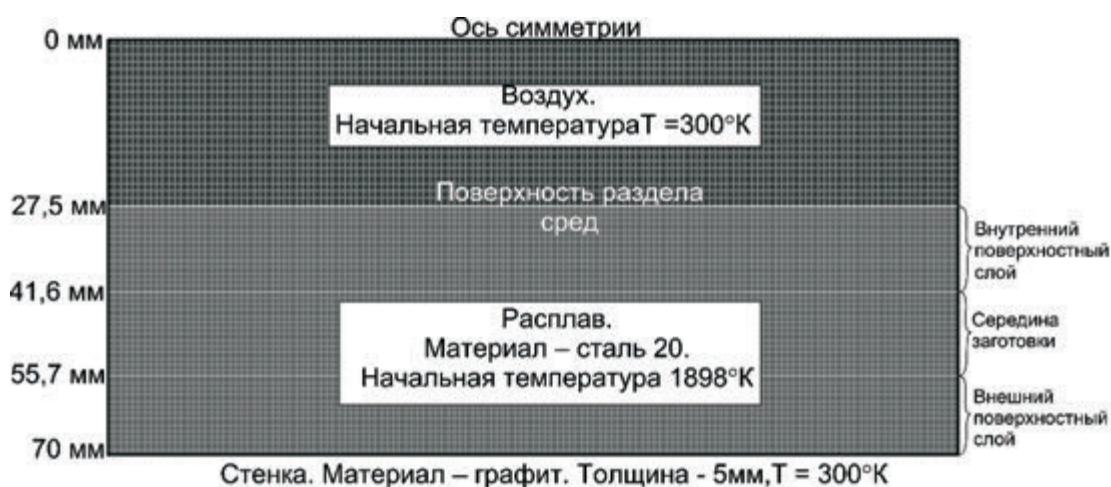


Рис. 2. Продольное сечение заготовки с задаваемыми параметрами

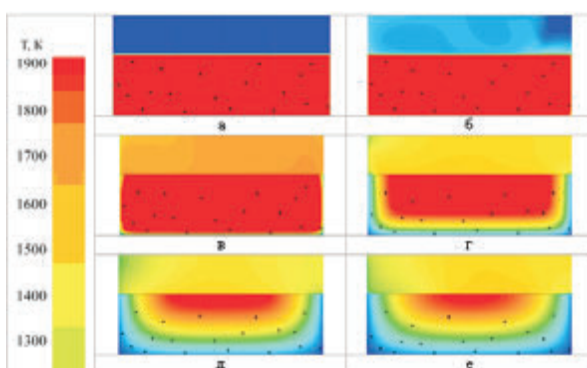


Рис. 3.1. Результаты распределения частиц (моделирование 8) по сечению заготовки от времени начала кристаллизации:
а – 0 с; б – 2 с; в – 6 с; г – 19 с;
д – 31 с; е – 44 с; ▲ – частицы карбида вольфрама

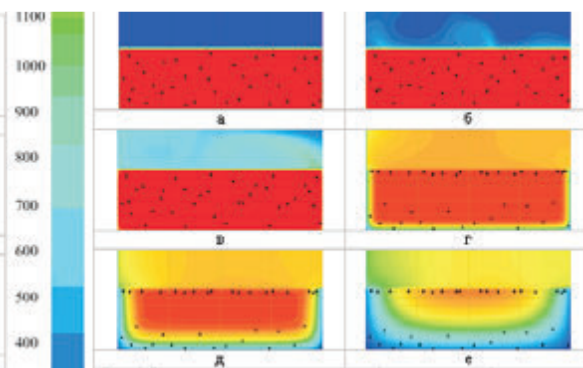


Рис. 3.2. Результаты распределения частиц (моделирование 4) по сечению заготовки от времени начала кристаллизации: а – 0 с;
б – 2 с; в – 4 с; г – 29 с; д – 33 с; е – 55 с;
▲ – частицы карбида вольфрама;
● – частица карбида кремния

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХСЯ В СИСТЕМАХ "ЖИДКИЙ МЕТАЛЛ – СОПРЯЖЁННЫЕ ВЕЩЕСТВА", ЯВЛЯЮЩИХСЯ ОСНОВОЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Исследование выполняется при поддержке РФФИ (проект 13-08-00545). Работа включает в себя проведение термодинамического анализа ряда групп систем: систем, являющихся основой перспективного метода синтеза кристаллов GaN; систем, интересных с точки зрения совершенствования технологий создания упрочнённых сплавов на медной основе; систем, являющихся основой технологии выращивания монокристаллов SiC, а также систем, интересных с точки зрения синтеза керамических высокотемпературных сверхпроводников.

Руководитель проекта - д.т.н. Е.А. Трофимов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Развитие методики анализа высокотемпературных систем посредством построения фазовых диаграмм особого типа, связывающих состав жидкого металла с составом равновесных неметаллических и интерметаллических фаз

ПУБЛИКАЦИИ

1 монография

7 научных статей

8 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

7 статей в РИНЦ

Достижение поставленных в работе целей требует решения ряда сложных задач, относящихся к области математического моделирования процессов, происходящих в металлических расплавах, сопряжённых с различными сложными фазами, а также экспериментальных работ по изучению термодинамических характеристик исследуемых систем.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В процессе исследования получены следующие научные результаты:

1. Дальнейшее развитие получила методика и алгоритмы термодинамического анализа фазовых равновесий, реализующихся в ходе технологических процессов создания различных неорганических соединений путём проведения реакций их синтеза в металлических расплавах.

Метод анализа высокотемпературных систем с помощью диаграмм состояния особого типа – поверхностей растворимости компонентов в металле – проанализирован в контексте современного уровня развития методов и приёмов описания фазовых равновесий посредством диаграмм состояния. Показана связь такого рода диаграмм с фазовыми диаграммами других более распространённых типов. Уделено внимание вопросам применения правила фаз Гиббса для описания равновесий, реализующихся в системах "металличес-

кий расплав – сопряжённые сложные фазы".

2. База термодинамических данных, определённых и уточнённых в ходе проведённых работ, включает в себя несколько десятков температурных зависимостей параметров, характеризующих свойства фаз, составляющих исследуемые системы. Для некоторых исследованных систем использована информация баз данных программного пакета "FactSage" (версия 6.4) производства "Thermfact" (Канада) и "GTT Technologies" (Германия).

3. Рассчитаны координаты диаграмм ряда практически значимых систем лития, меди и железа. Примеры представлены на рис. 1-3.

На рис. 1 представлена диаграмма состояния для базовой относительно более сложных систем системы Ga-N. Как следует из результатов расчета, максимальная растворимость азота в жидком галлии составляет 0,073 мол. %. Критическая температура расслоения жидких сплавов составляет 4278 К при содержании азота 32 мол. %.

Другим примером рассчитанных диаграмм являются изотермические разрезы поверхностей растворимости компонентов в металле системы Cu-Al-Mg-O для различных температур из области 1100...1300 °С.

На рассчитанной диаграмме системы Cu-Al-Mg-O для T = 1100 °С (рис. 2) пять областей фазовых равновесий: I – в которой определены составы металла, находящегося в равновесии с твёрдым оксидом меди; II – в которой определены составы металла, находящегося в равновесии с CuAlO₂; III – в которой определены составы металла, находяще-



гося в равновесии с MgO; IV – в которой определены составы металла, находящегося в равновесии со шпинелью ($MgAl_2O_4$) и V – в которой равновесной с металлом фазой является твёрдый оксид алюминия.

Результаты моделирования системы Fe–Ni–Co–Mn–Si–C, которые в виде диаграммы представлены на рис. 3, подтверждают предположение, что для понижения температуры плавления металлического расплава, в ходе реакций компонентов которого может образовываться твёрдый карбид кремния, необходимо использовать металлический расплав сложного состава. Минимальная температура в этом случае (для содержания никеля, кобальта и марганца, фиксированных на уровне 20 мас. %) составляет величину порядка 850 °C (в сравнении с 1200 °C для системы Fe–Si–C).

4. Получены новые экспериментальные данные по равновесным составам сопряжённых фаз в ряде изученных систем.

К примеру, экспериментальное исследование системы Cu–Al–Mg–O позволило выявить условия образования в металле включений $CuAlO_2$, $MgAl_2O_4$ и Al_2O_3 .

В результате экспериментальное исследование системы Cu–Al–Mg–O позволило выбрать оптимальные соотношения алюминия и магния, растворённых в медном расплаве, которые позволяют добиться получения большого количества мелкодисперсных оксидных включений корунда в объёме матрицы на основе медного расплава (рис. 4).

Пример полученных в ходе экспериментального изучения системы Cu–Si–Ni электронных микрофотографий включений в металле представлен на рис. 5. Состав обнаруженных включений, определённых с помощью микро-рентгеноспектрального анализа, подтверждает результаты расчёта для этой системы.

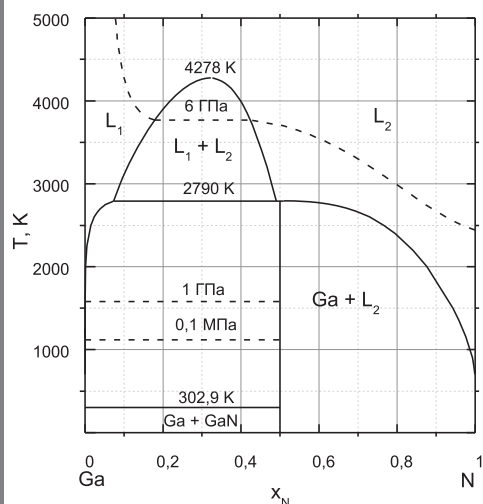


Рис. 1. Проекция диаграммы состояния системы Ga – N в координатах температура – состав [штриховыми линиями показаны изобары азота]

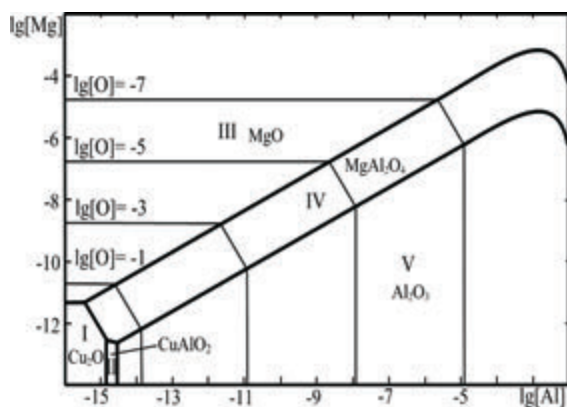


Рис. 2. Изотермический разрез диаграммы системы Cu–Al–Mg–O для $T = 1100\text{ °C}$

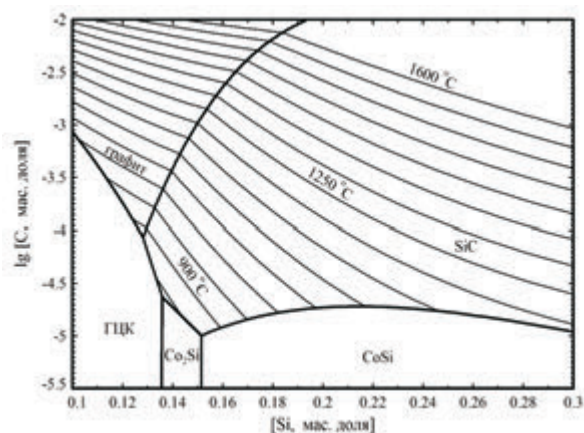


Рис. 3. Диаграмма системы Fe–Ni–Co–Mn–Si–C при содержании никеля, кобальта и марганца по 20 мас. %

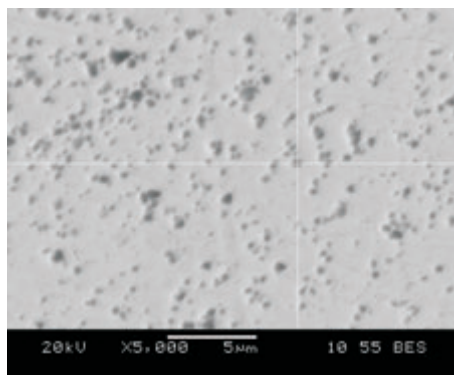


Рис. 4. Микрофотография дисперсных включений корунда в металлической (на основе меди) матрице системы Cu–Al–Mg–O

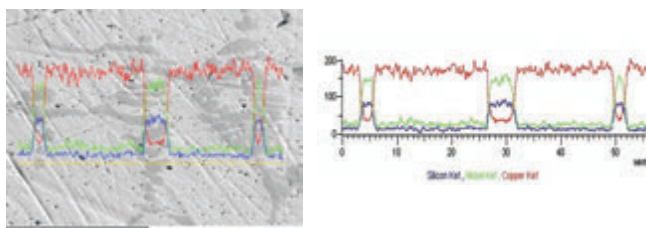


Рис. 5. Микрофотография включений Ni_3Si , образующихся в металле в ходе взаимодействия в системе Cu–Si–Ni: [Si]=1,5 мас. %, [Ni]=11 мас. %



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО КЛАССА БЕССВИНЦОВИСТЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ЛЕГКООБРАБАТЫВАЕМЫХ СТАЛЕЙ

Данное исследование позволит получить новые экологически чистые легкообрабатываемые марки стали, которые позволят повысить производительность металлорежущих станков, получить экономию режущего инструмента, получить высокую чистоту поверхности, повысить скорости резания, механизировать процесс уборки стружки без значительного увеличения количества использования легирующих элементов, а также использования специфического дорогостоящего оборудования в машиностроительной отрасли, и в автомобильной промышленности.

Руководитель проекта - д.т.н. **О.К. Токовой**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка технологии производства нового класса легкообрабатываемых сталей, снижающих экологическую нагрузку на природные ресурсы региона

ПУБЛИКАЦИИ

6 научных докладов

7 заявок на получение патентов РФ

1 заявка на регистрацию программы ЭВМ

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в SCOPUS

В последние годы все отчетливее проявляется тенденция ограничения применения свинца и ряда других легкоплавких элементов для легирования стали с целью повышения эффективности ее механической обработки при последующем переделе. С одной стороны, это обусловлено низким и, в то же время, нестабильным усвоением, а также неравномерным распределением отмеченных легирующих компонентов в теле слитка, что затрудняет гарантированное получение требуемых свойств металла от плавки к плавке и требует реализации сложных технических решений на производстве.

С другой стороны, в настоящее время все чаще заостряется внимание на экологических проблемах и неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях труда, которыми сопровождается процесс производства автоматных сталей.

Идея равноценной замены легирующих элементов, представляющих собой угрозу для окружающей среды, безусловно, заслуживает самого пристального внимания. Однако, для производителя на сегодняшний день первостепенный практический интерес представляют себестоимость и технологичность новых материалов, которые, в том числе, определяются усвоением главных легирующих элементов и равномерностью их распределения по сечению слитка.

В связи со всем изложенным, актуальной задачей является проведение исследований, направленных на

анализ данных аспектов производства сталей описываемого типа, а также исследований, направленных на поиск составов и способов производства новых разновидностей легкообрабатываемых сталей.

Для придания стали легкообрабатываемых свойств предлагается использовать такие нетоксичные элементы, как висмут, кальций, олово и другие, а также освоить производство графитизированных, экономнолегированных легкообрабатываемых сталей.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Проведены теоретические исследования, разработана ЕСКД на экспериментальные образцы 2 уникальных установок (рис. 1 и 2, табл. 1), разработаны программы и методики исследований, получены экспериментальные образцы при исследовании процесса введения легкоплавких и легкоиспаряющихся элементов в металлический расплав на основе железа и в ходе процесса введения легкоплавких и легкоиспаряющихся элементов в металлический расплав на основе железа.

2. Разработана математическая модель и написана программа для моделирования поведения легкоплавких и легкоиспаряющихся легирующих добавок при введении в расплав.



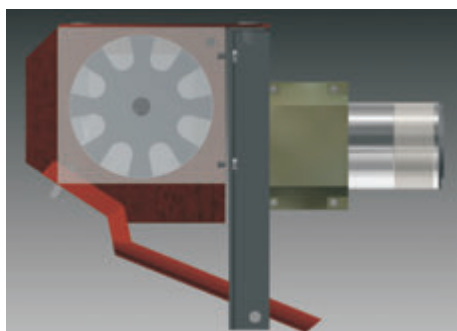
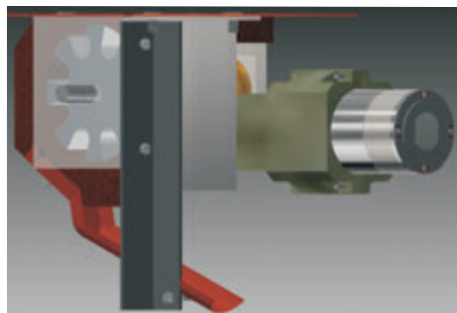


Рис. 1. Установка для исследования процесса введения легкоплавких и легкоиспаряющихся элементов в металлический расплав на основе железа

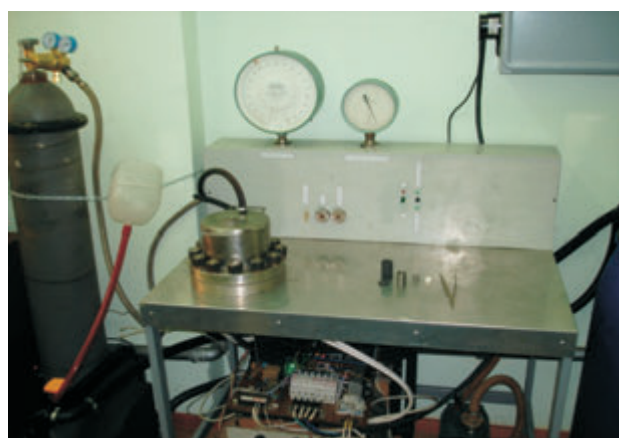


Рис. 2. Установка для исследования растворимости легкоплавких и легкоиспаряющихся элементов в жидких и твёрдых сплавах железа

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ

Результаты работы будут использованы при проведении полупромышленных и промышленных экспериментальных плавов в условиях ОАО "Златоустовский электрометаллургический завод" и ОАО "Металлургический завод им. А. К. Серова" (г. Серов). Сравнительный качественный анализ экспериментальных легкообрабатываемых сталей будет проведен на ОАО "АВТОВАЗ", ОАО "Златоустовский электрометаллургический завод", ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ), ФГАОУ ВПО "Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина".

Оценка и применение опытной партии легкообрабатываемых марок стали будет проводиться на ОАО "Автоваз". Заключен договор на поставку опытных партий готовой продукции на машиностроительное предприятие ООО "Стройтехника" (индустриальный партнер).

Результаты работ в данном направлении защищены патентами Российской Федерации 2467088, 2470086, 2503736, 2507293, 2511008, 2514552.

Установленная мощность трансформатора	20 кВт
Напряжение/частота питающей сети	380 В, 50 Гц
Охлаждение	водяное
Габариты: диаметр высота	360 мм 680 мм
Масса	26,2 кг
Максимальная температура	1700 °С
Атмосфера	защитная (аргон, гелий)
Давление	0,6 до 60 атм
Управление	программное
Точность поддержания температуры	не менее 2 град
Регулирование температуры	плавное

Табл. 1. Краткие технические характеристики установки для исследования растворимости легкоплавких и легкоиспаряющихся элементов в жидких и твёрдых сплавах железа

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ С НИЗКИМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ ПЛАВЛЕНИЯ И КИПЕНИЯ В ЖИДКИХ И ТВЁРДЫХ СПЛАВАХ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

Предлагаемый проект посвящён изучению физико-химических особенностей растворения легкоплавких легколетучих элементов (свинца и висмута) в металлических сплавах на основе железа. На основе полученных данных построены и уточнены положения линий фазовых равновесий для малоизученных областей диаграмм состояния двойных систем Fe-Pb, Fe-Bi, а также ряда тройных систем вида Fe-C-Pb, Fe-C-Bi, Fe-Me-Pb и Fe-Me-Bi.

Руководитель проекта - к.т.н. А.В. Рябов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование физико-химических особенностей растворения легкоплавких элементов в металлических сплавах, совершенствование экспериментальных и расчётных методик построения диаграмм состояния с целью прогнозирования и создания новых марок стали и сплавов с их содержанием

ПУБЛИКАЦИИ

3 научных доклада

2 статьи в ВАК

Широко известные недостатки легкообрабатываемых марок стали, обеспечивающих возможность комплексной автоматизации производства, обуславливают продолжение поиска новых способов улучшения условий процесса резания металлических материалов, в том числе и за счет альтернативных легирующих элементов, в качестве одного из которых может рассматриваться висмут.

В литературе имеется материал по влиянию висмута и свинца на свойства стали и ее обрабатываемость резанием, но почти не изучены физико-химические условия растворения свинца и висмута в твердом, жидком железе и его сплавах.

Сложность определения растворимости связана с физико-химическими свойствами свинца (низкая температура плавления - 271°C, высокая плотность - 11,35 кг/м³) и висмута (низкая температура плавления - 271°C, температура кипения ниже температуры выплавляемой стали - 1560°C, высокая упругость пара, высокая плотность - 9,750 кг/м³).

Для проведения экспериментов необходимо создать следующие условия: герметизация рабочего пространства, создание и поддержание высокой температуры (1500...1700 °C) в течение определенного периода времени, получение высокого давления в реакционной зоне, получение закаленного слитка после опыта, автоматическое регулирование продолжительности эксперимента. Поэтому для проведения опытов в ЮУрГУ была модернизирована и воссоздана печь высокого давления (рис. 1).

Насыщение жидкого железа висмутом и свинцом проводили через газовую фазу в закрытом молибденовом контейнере с притертой крышкой, помещенном в графитовый тигель с завинчивающейся крышкой (рис.2). Опыты проводили в атмосфере аргона в интервале температур 1550...1620 °C с шагом 10 °C. Продолжительность эксперимента составляла 1 час.

Изучение растворимости висмута и свинца в сплавах железа с хромом, марганцем, кремнием, никелем, вольфрамом, ванадием, оловом, кобальтом, фосфором, серой, алюминием, углеродом и рядом других элементов проводилось при температуре 1550...1650 °C с шагом 25 °C по методике, аналогичной для определения растворимости висмута и свинца в жидком железе.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

По результатам экспериментальных опытов вычислены параметры взаимодействия первого и второго порядка, построены тройные диаграммы состояния Fe-Bi-X и Fe-Pb-X (X - Cr, Ni, Si, Mn, W, V, Sn, Co, P, S, Al и ряд других элементов), перестроены диаграммы состояния Fe-Bi и Fe-Pb, получены данные о растворимости висмута в железе и его сплавах при повышенном (2 атм.) и атмосферном давлении, получены температурные зависимости растворимости висмута и свинца в жидком железе в интервале температур 1550...1620 °C.



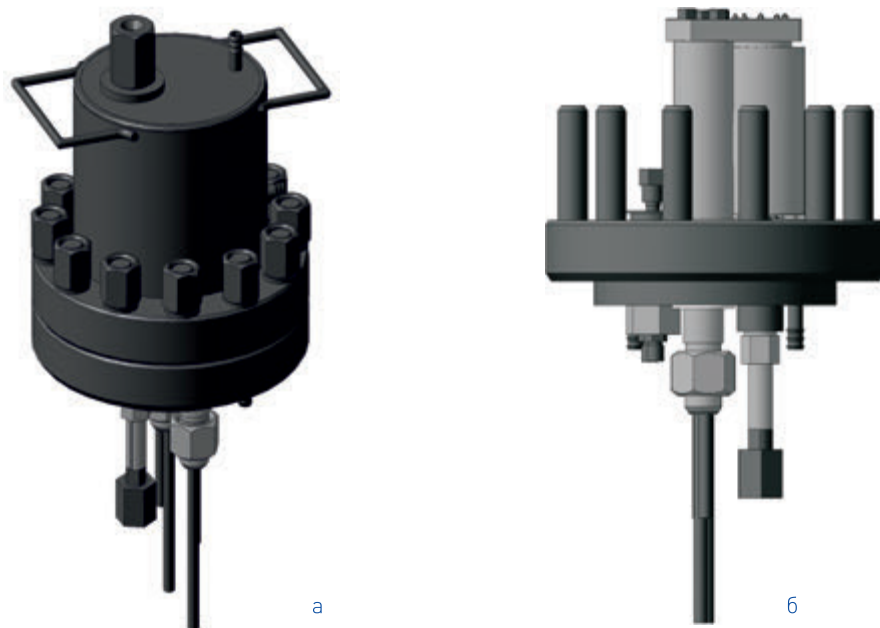


Рис. 1. Печь высокого давления в сборе (а), без крышки (б)

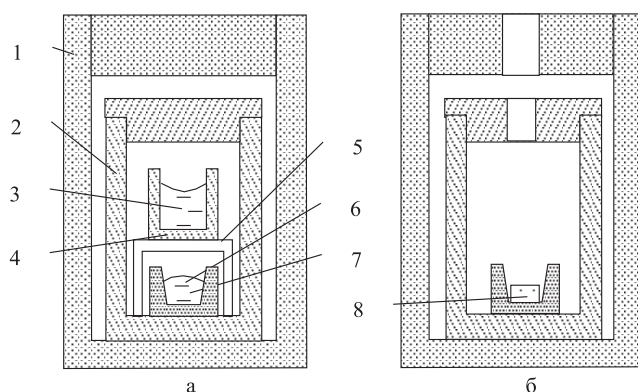


Рис. 2. Установка тиглей для опытных плавки (а) и градуировки термопары (б):
 1 - графитовый контейнер с привинчивающей крышкой; 2 - молибденовый контейнер с притертой крышкой;
 3 - расплав висмута или свинца; 4 - молибденовый тигель; 5 - столик из молибденовой жести;
 6 - железо; 7 - керамический тигель; 8 - таблетка из порошка эталонного металла

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

На основании полученных теоретических и экспериментальных данных создан новый класс легкообрабатываемых марок стали, которые будут востребованы на предприятиях машиностроительной отрасли, например, ОАО "АВТОВАЗ" (Самарская область, г. Тольятти), ОАО "Горьковский автомобильный завод" (г. Нижний Новгород), ОАО "КАМАЗ" (г. Набережные Челны).

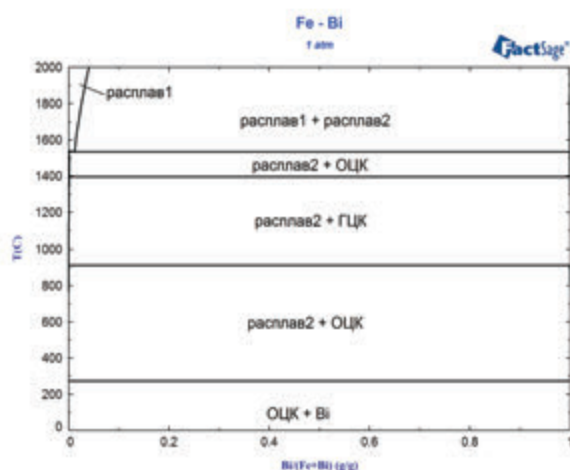


Рис. 3. Рассчитанная диаграмма состояния системы Fe-Bi



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА БАЗЕ ИНТЕГРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ

В рамках проекта разработаны способы развращивающего преобразования для создания элементов и систем управления вентильными преобразователями с повышенной помехоустойчивостью и способностью адаптироваться к изменяющимся параметрам источников электроснабжения, питающих электроприводы с новыми типами электрических машин. На подобных объектах нестабильность амплитуды напряжения сети может достигать $-50, +20\%$ и по частоте более 10 Гц.

Руководитель проекта - к.т.н. М.М. Дудкин

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание адаптивных к внешним помехам и нестабильным параметрам источника электроснабжения конкурентоспособных силовых вентильных преобразователей для электроприводов с новыми типами электрических машин

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи
в SCOPUS

Неотъемлемой частью современных систем автоматического управления электроприводами и технологической автоматики являются силовые вентильные преобразователи (ВП), с помощью которых осуществляется плавное регулирование выходных координат исполнительных механизмов.

Вместе с тем, надежной работе серийно выпускаемых ВП препятствуют следующие факторы:

- помехи в системах управления;
- коммутационные и импульсные искажения напряжения сети;
- нестабильность амплитуды и частоты напряжения сети.

Перечисленные факторы диктуют необходимость создания устройств и систем управления ВП с высокой помехоустойчивостью и способностью перестраивать свои характеристики в условиях нестабильности параметров источника электроснабжения для питания электроприводов с новыми типами электрических машин.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Предложены и исследованы новые принципы построения интегрирующих устройств синхронизации (УС), обладающих высокой помехоустойчивостью к коммутационным и импульсным искажениям напряжения сети и способностью адаптироваться к отклонениям амплитуды и частоты питающего напряжения, а также систем синхронизации с интервал-кодовыми алгоритмами обработки данных, что позволяет произвести не только диагностику работоспособности УС, но и синхронизацию ВП с любой конфигурацией схемы силовых ключей (рис. 1).

2. По единой методике в широком частотном диапазоне изменения сигнала

управления и реальных видах искажений, существующих в промышленных сетях электроснабжения, сопоставлены статические и динамические характеристики разомкнутых и замкнутых систем управления ВП, что показало существенное преимущество ВП с системами управления, построенными на основе интегрирующего развращивающего преобразования, когда обеспечивается высокая надежность работы силовых преобразователей как при стационарных, так и при автономных системах электроснабжения (рис. 2).

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ

Результаты исследования внедрены на предприятиях:

- ОАО "Челябинский трубопрокатный завод" при модернизации 84 асинхронных электроприводов 15 технологических установок на основе тиристорных регуляторов напряжения для плавного пуска асинхронных электродвигателей, трех систем терморегулирования сушильных камер на основе частотно-широотно-импульсных регуляторов переменного напряжения и трех электроприводов систем электроснабжения рольгангов на основе тиристорных преобразователей постоянного тока цепи возбуждения;
- горно-обогатительное предприятие ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат" при модернизации преобразователей в системах электроприводов тарельчатых питателей;
- ООО Научно-технический центр "Приводная техника" (г. Челябинск) при разработке частотных преобразователей тяговых электроприводов тракторов ДЭТ-400 и высоковольтных систем плавного пуска асинхронных электродвигателей.



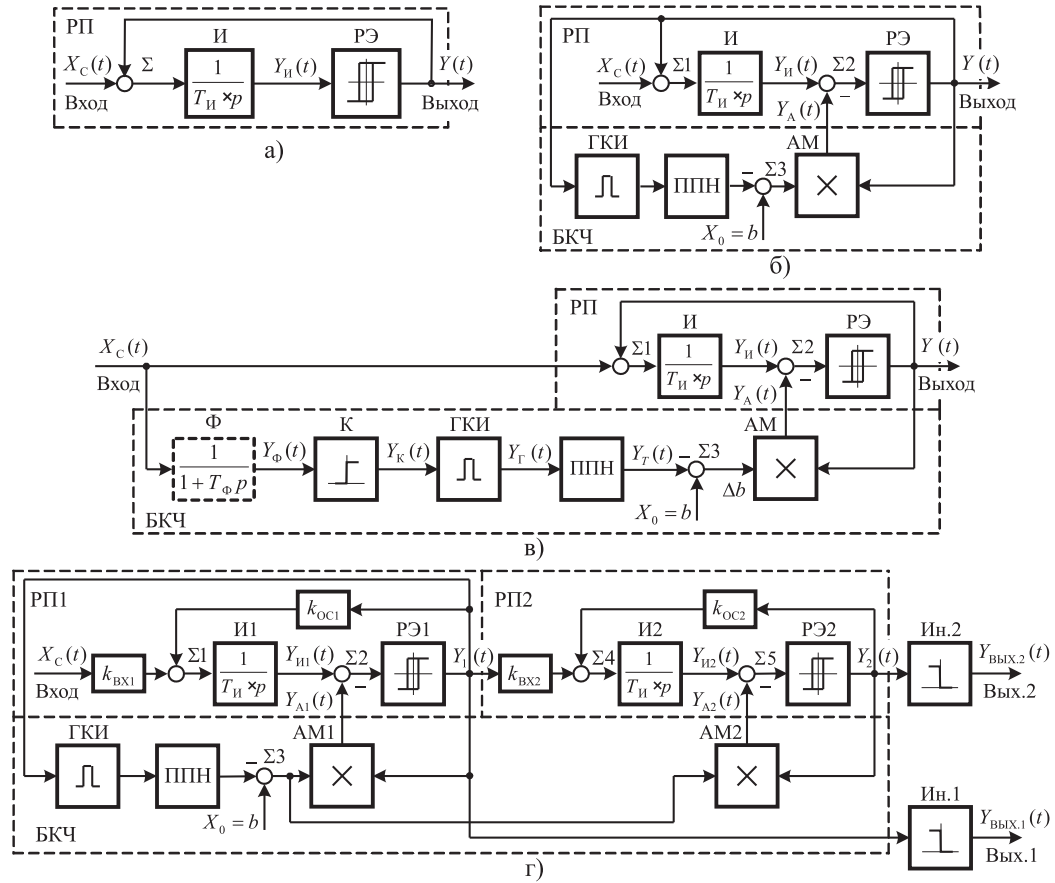


Рис. 1. Структурные схемы интегрирующих устройств синхронизации: базовая структура (а), адаптивное УС (б), комбинированное УС (в)

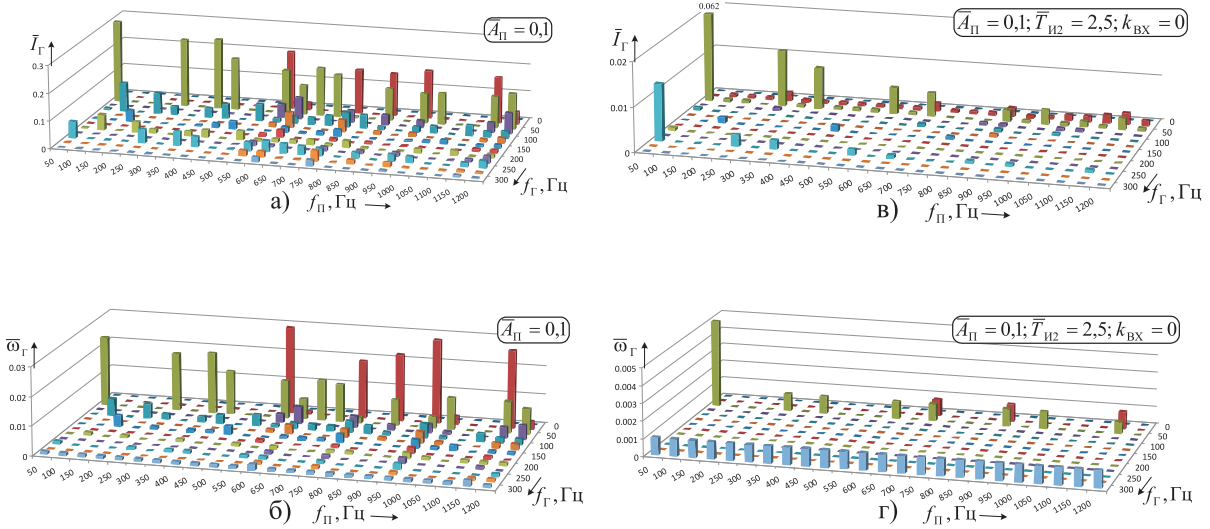


Рис. 2. Пространства спектрального состояния тока якоря $\bar{I}_\Gamma = F(f_\Gamma, f_\Pi)$ и скорости электродвигателя $\bar{\omega}_\Gamma = F(f_\Gamma, f_\Pi)$ для реверсивного ВП с "вертикальной" (а, б) и адаптивной интегрирующей (в, г) системами управления



ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

В работе рассматривается численное моделирование ветрового воздействия на здание сложной формы плана и фасада церкви Покрова Пресвятой Богородицы в селе Булзи Челябинской области. Представлен алгоритм расчета, получены поля давлений, скоростей и кинетической энергии турбулентности ветрового потока, а также линии обтекания. В ходе работы выработаны рекомендации по оптимизации технической части расчетов.

Руководитель проекта - к.т.н. В.Д. Оленьков

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методики определения аэродинамических характеристик зданий сложных форм с помощью численного моделирования и создание на её базе алгоритма расчета уникальных зданий

ПУБЛИКАЦИИ

1 монография

19 научных статей

9 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

4 статьи в РИНЦ

Проект посвящен разработке методики определения аэродинамических коэффициентов, нагрузок и характера обтекания для уникальных зданий с помощью численного моделирования, вследствие того, что нормативная документация не рассматривает этот вопрос для сложных форм зданий и сочетания таких форм.

Обоснование безопасности проектируемых и уже эксплуатируемых зданий сложных архитектурных форм и оригинальных конструктивных решений, для которых значимым является фактор ветрового воздействия, сдерживается действующими нормативно-регламентированными методиками, которые не содержат рекомендаций по назначению аэродинамических коэффициентов (рис. 1) для уникальных по форме зданий, не учитывают влияние сочетания геометрии здания, рельефа, изменения спектра набегающего потока.

При анализе уникальных зданий для выполнения расчета на ветровую нагрузку было установлено, что:

1. У зданий присутствует интерполяция сложных форм, собрать нагрузки на которую по СП "Нагрузки и воздействия" не представляется возможным.
2. Нельзя однозначно охарактеризовать ни одно из направлений ветра как самое опасное.

Учитывая это, было принято решение о целесообразности использования методов численного моделирования для анализа ветровых нагрузок на уникальные здания и поставлена задача выработать алгоритм компьютерного расчета ветровой нагрузки.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Разработан алгоритм расчета здания произвольной формы на ветровую нагрузку.

Алгоритм (рис. 2) включает в себя следующие этапы:

- подготовку расчетной модели: формирование геометрии воздушного объема, назначение свойств воздуха и граничных условий (рис. 3);
- решение задачи в вычислителе: использовался ПК ANSYS;
- просмотр и оценка результатов: на этом этапе исследователь может получить интересные его параметры;
- коррекцию расчетной модели.

2. Выработаны рекомендации по реализации технической части приведенного алгоритма, в том числе его оптимизации.

Предложены рекомендации по свойствам математической модели воздушного объема здания и рациональному использованию вычислительных мощностей, по применению многопоточности.

Многопоточность — свойство платформы или приложения, состоящее в том, что процесс, порождённый в операционной системе, может состоять из нескольких потоков, выполняющихся "параллельно", то есть без предписанного порядка во времени. При выполнении поставленных в проекте задач такое разделение может достичь



более эффективного использования ресурсов вычислительной машины.

Из полученных результатов (рис. 4) видно, что параллельное решение всегда быстрее однопроцессного, его нужно правильно применять для достижения максимальной производительности.

3. Найдены смежные проблемы, к которым можно адаптировать приведенный алгоритм.

Поскольку алгоритм рассматривает случай обтекания ветровым потоком тел произвольной формы, то его можно адаптировать к таким вопросам, как оценка пешеходной комфортности в микрорайонах города, смежные расчеты на газодинамику и динамику сооружений типа мостов.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Результаты работы использовались при исследовании обеспечения несущей способности элементов конструкций следующих объектов культурного наследия:

- Церковь Покрова Пресвятой Богородицы в с. Булзи Челябинской области постройки 1912 года;
- Церковь Рождества Христова в г. Юрюзань Челябинской области постройки 1896 года.

Начало разработки приведенной методики расчета на ветровые воздействия началось ранее в НИПЦ Наследие и в ходе исследований был разработан вопрос обеспечения несущей способности элементов конструкций следующих объектов культурного наследия:

- Церковь Александра Невского в г. Челябинске;
- Церковь Покрова Пресвятой Богородицы в с. Большой Куяш Челябинской области.

Проекты, разработанные с применением данной методики, приняты к внедрению Челябинской епархией.

В 2014 году по результатам выставки студенческих дипломных проектов по реставрации храмов авторы были награждены грамотами и подарками епархии.

Аэродинамический коэффициент характеризует долю скоростного напора, переходящую в давление. Иначе говоря, коэффициент аэродинамического сопротивления C - безразмерная величина, отражающая отношение силы сопротивления обтекания здания воздухом к силе сопротивления обтеканию воздухом цилиндра.

$$w = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^2 \right) - \text{уравнение Бернулли.}$$

$$C = \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^2 \right) - \text{аэродинамический коэффициент.}$$

Рис. 1. Пояснение термина аэродинамический коэффициент

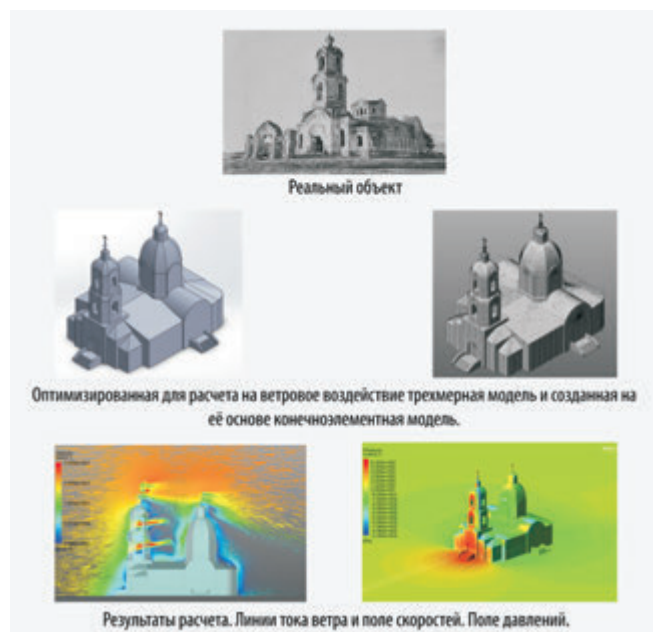


Рис. 2. Алгоритм расчета уникального здания на примере церкви Покрова Пресвятой Богородицы в селе Булзи

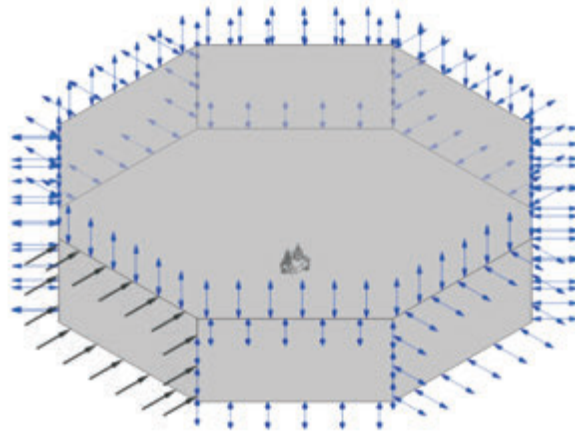


Рис. 3. Формирование геометрии воздушного объема, назначение свойств воздуха и граничных условий

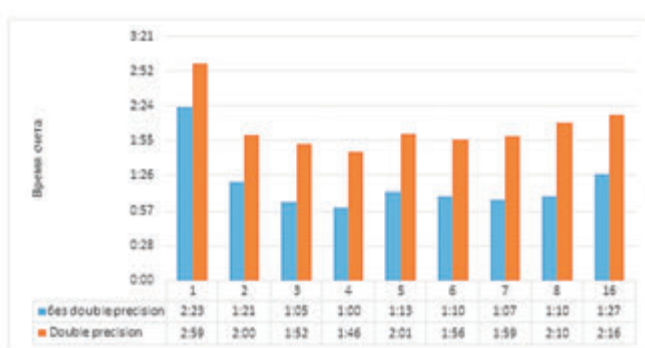


Рис. 4. Анализ зависимости времени расчета от числа потоков



ТЕОРИЯ СОНОХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССАХ ГИДРАТАЦИИ БЕЛКОВ

Проект посвящен разработке технологии интенсификации процессов гидратации белков на основе эффектов сонохимии, вследствие их значительной роли в пищевых производствах и процессах формирования потребительских свойств пищевых систем.

Взаимодействие воды с пищевыми биополимерами – их гидратация – одна из важнейших проблем пищевой индустрии. Иницилируемые ультразвуком полезные реакции в пищевых средах основаны на механизмах действия кавитации в процессах реструктурирования гидратных оболочек ионов в истинных растворах, диспергирования фаз зелей.

Авторами предложено использование эффектов сонохимического воздействия на функционально-технологические свойства мясного и молочного сырья, их водосвязывающую (ВСС) и водоудерживающую (ВУС) способность, вязкость, гелеобразование и дисперсию пищевой системы.

Руководитель проекта - д.т.н. И.Ю. Потороко

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Установление эффективных режимов и разработка технологии интенсификации процессов гидратации белков на основе использования сонохимического воздействия

ПУБЛИКАЦИИ

4 монографии

20 научных статей

4 научных доклада

5 патентов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в SCOPUS

5 статей в ВАК

12 статей в РИНЦ

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Установлена возможность направленного влияния эффектов сонохимического воздействия на гидратные свойства белков и изменение структурно-механических характеристик пищевых систем.

Объектом воздействия являются связи, образованные диполь-дипольными и ион-дипольными взаимодействиями (рис. 1).

Установлено, что уровень гидратации белков увеличивается в среднем на 9 – 12% для различных пищевых сред, что позволяет обеспечить безреагентное управление водосвязывающей способностью белковой фракции и, в конечном счете, улучшить структурно-механические свойства пищевых систем (рис. 2 и 3).

Полученные данные согласуются с теорией надтепловой кавитационной дезинтеграции воды, согласно которой в результате сонохимического воздействия увеличивается энергия связи диполей воды с полярными центрами молекул аминокислот и формируется прочная гидратная оболочка.

Установлено, что в результате сонохимического воздействия увеличивается водосвязывающая способность белковой фракции, что определяет

консистенцию пищевых систем (рис. 4).

2. Разработана научная база повышения эффективности протекания и интенсификации технологических процессов пищевых производств на основе использования сонохимического воздействия.

Создан математический аппарат прогнозирования и моделирования функционально-технологических свойств пищевых сред в условиях неопределенности (рис. 5).

3. Разработаны научно-обоснованные технологические схемы пищевых производств с использованием сонохимического воздействия.

Применение сонохимического воздействия позволяет сократить долю функциональных добавок на 50 – 75 %, обеспечивает возможность корректировки функционально-технологических свойств пищевых систем за счет сохранения до 90 % влаги и интенсифицировать технологию производства в целом.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Разработанные технологии апробированы в условиях действующих предприятий – ЗАО "Орский мясокомбинат", ООО "ВИТЭК", НВК "Ниагара".



Инновационные разработки были отмечены медалями:

- "Способ производства полуфабрикатов из мяса птицы (цыплят-бройлеров) для модификации недостатков исходного сырья и получения продуктов с улучшенными потребительскими свойствами" отмечен дипломом и золотой медалью на конкурсе "Инновационные разработки" в рамках XXI областной агропромышленной выставки "Агро-2014", дипломом и серебряной медалью Министерства сельского хозяйства РФ на XVI Российской агропромышленной выставке "Золотая осень" за создание эффективных методов сонохимии и биотехнологии пищевых сред мяса птицы;
- "Способ восстановления сухого молока применительно к производству молочных продуктов улучшенных потребительских свойств и повышенной пищевой ценности" - дипломом и серебряной медалью Министерства сельского хозяйства РФ на V Межрегиональной агропромышленной выставке УрФО АГРОфорум.

Разработанные научные положения и практические решения используются в учебном процессе студентов, обучающихся по направлениям "Товароведение", "Технология продуктов питания животного происхождения" ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ).

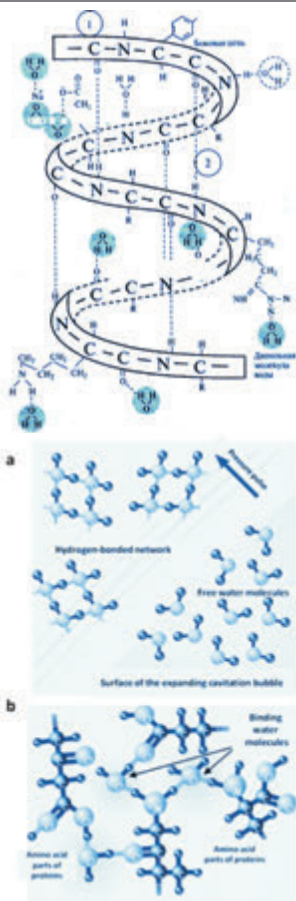


Рис. 1. Разрушение надмолекулярной структуры воды кавитацией

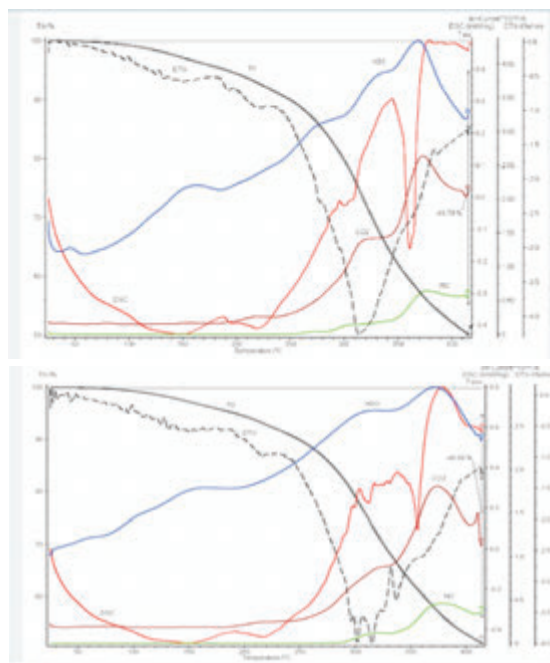


Рис. 2. Термограммы Netzch STA 449 «Jupiter» при температурах от 20°C до 400°C образцов фаршей: а-опыт, б-контроль

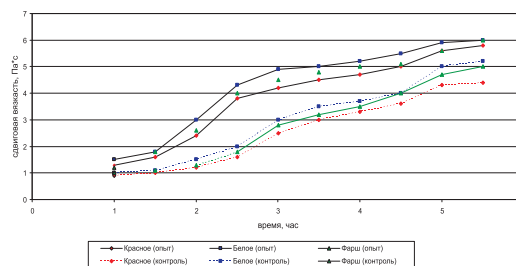


Рис. 3. Сдвиговая вязкость фаршей, приготовленных из охлажденного мяса цыплят-бройлеров, Па*с

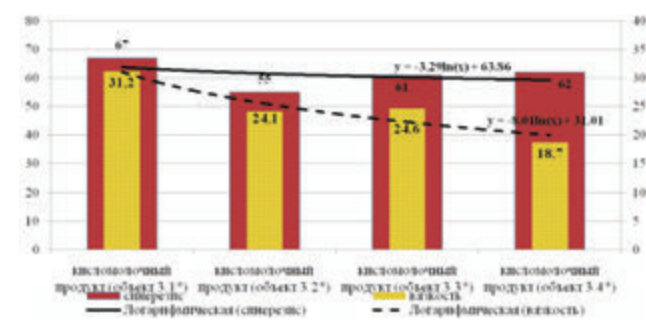


Рис. 4. Синерезис и вязкость сгустков молока: frequency - 22±1,65kHz, power - 120 W, sonication time - 180sec

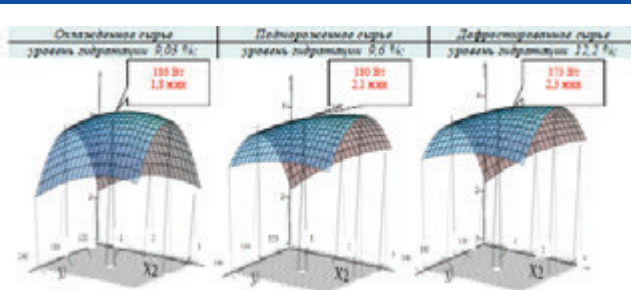


Рис. 5. Зависимость показателя уровня гидратации белков от мощности и длительности сонохимического воздействия с учетом термического состояния







03

ГУМАНИТАРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Мониторинг практики правоприменения законодательства в области высшего образования и совершенствование правовых механизмов социальной поддержки и стимулирования обучающихся в образовательных организациях высшего образования в связи с вступлением в силу ФЗ от 29.12.12 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".....	72
Разработка и управление проектами по созданию инновационных систем с участием предприятий ВПК.....	74
Древности евразии как объект междисциплинарных исследований.....	76

04

МЕДИЦИНА И СПОРТ

Оптимизация методов медикаментозной и немедикаментозной коррекции синдрома посттравматических стрессовых расстройств на основе изучения его молекулярных механизмов.....	78
Спорт с научным уклоном.....	80

МОНИТОРИНГ ПРАКТИКИ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАВОВЫХ МЕХАНИЗМОВ СОЦИАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ И СТИМУЛИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В СВЯЗИ С ВСТУПЛЕНИЕМ В СИЛУ ФЗ ОТ 29.12.12 № 273-ФЗ "ОБ ОБРАЗОВАНИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ"

Исследование направлено на развитие современной системы высшего профессионального образования, совершенствование законодательства в сфере высшего профессионального образования. Оно позволит решать задачи, стоящие перед департаментом государственной политики в сфере высшего образования в рамках реализации требований Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации". В рамках исследования проводится изучение возможностей правовых механизмов социальной поддержки и стимулирования обучающихся в образовательных организациях высшего образования.

Руководитель проекта - д.ю.н. А.В. Минбалеев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Совершенствование правовых механизмов социальной поддержки и стимулирования обучающихся в ВУЗах после вступления в силу ФЗ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в РФ"

ПУБЛИКАЦИИ

1 монография

12 научных статей

5 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

5 статей в РИНЦ

5 статей в ВАК

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В результате исследований осуществлены:

1. Сбор практики правоприменения законодательства в области высшего образования, лицензирования и государственной аккредитации.
2. Сбор судебной практики по вопросам применения законодательства в области высшего образования Верховным Судом Российской Федерации, Высшим Арбитражным Судом, Конституционным Судом Российской Федерации.
3. Анализ практики правоприменения по вопросам применения законодательства в области высшего образования.
4. Обзор практики применения законодательства в области высшего образования.
5. Выявление основных проблем, возникающих при рассмотрении административных и судебных дел по вопросам применения законодательства в области высшего образования.
6. Разработка предложений по совершенствованию законодательства в области высшего образования в части закрепления необходимых норм и институтов образовательного законодательства, устранения правовых коллизий, пробелов, излишнего нормативного регулирования, коррупциогенных и иных факторов.
7. Выявление основных проблем, возникающих при предоставлении мер

социальной поддержки и стимулирования обучающихся в образовательных организациях высшего образования

8. Осуществление предложений по совершенствованию законодательства Российской Федерации в области установления мер социальной поддержки и стимулирования обучающихся в образовательных организациях высшего образования.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ

Научная новизна определяется авторским подходом к исследованию вопросов мониторинга практики правоприменения законодательства в сфере высшего профессионального образования посредством анализа особенностей реализации административных процедур в сфере высшего профессионального образования и разработке концепций ряда административных процедур, в том числе - аккредитации, лицензирования образовательной деятельности образовательной организации высшего профессионального образования и др. Научная новизна отражена в представленных и обобщенных теоретических положениях, выводах и предложениях по совершенствованию правоприменения и правового регулирования в сфере высшего образования в современный период.



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Сформулированные выводы и предложения создадут научно-практическую базу для дальнейших исследований в сфере мониторинга практики правоприменения законодательства в сфере высшего профессионального образования. Они могут быть использованы при совершенствовании действующего законодательства, при разработке новых нормативных актов, при совершенствовании правоприменительной деятельности. Теоретические положения и практические предложения могут быть также использованы в учебном процессе при подготовке общих и специальных курсов для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Юриспруденция".

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

В соответствии с пунктом 8 Указа Президента Российской Федерации от 20 мая 2011 г. № 657 "О мониторинге правоприменения в Российской Федерации" и постановлением Правительства Российской Федерации от 19 августа 2011 г. № 694 "Об утверждении методики осуществления мониторинга правоприменения в Российской Федерации" Минобрнауки России издал приказ от 28 августа 2012 г. № 660 "Об организации в Министерстве образования и науки Российской Федерации проведения мониторинга правоприменения в установленной сфере деятельности". Настоящее исследование направлено на содействие реализации данного приказа и позволит более эффективно осуществить анализ правоприменения законодательства в сфере лицензирования, аккредитации в сфере высшего профессионального образования.

Результаты НИР будут использованы в деятельности Министерства образования и науки Российской Федерации при анализе практики правоприменения законодательства в сфере высшего профессионального образования, а также при совершенствовании правовых механизмов социальной поддержки и стимулирования обучающихся в образовательных организациях высшего образования при применении Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273 - ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".

Результаты исследований будут использованы в учебном процессе при чтении специальных дисциплин при обучении магистров по направлению подготовки "Юриспруденция".



РАЗРАБОТКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ ПО СОЗДАНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ С УЧАСТИЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ ВПК

В работе проанализирован опыт конверсионного развития советского и российского ВПК, выявлены основные причины неудач трансферта оборонных технологий в гражданский сектор, рассмотрена проблематика инновационного развития экономики на макро-, мезо- и микроуровнях, сформулированы подходы и методы многокритериальной оценки инновационных проектов и механизмы принятия управленческих решений по их реализации. Поставлена задача разработки синдикативной системы и динамических механизмов регулирования коэволюционного инжинирингового взаимодействия гражданского сектора экономики и научно-исследовательских центров ядерного оборонного комплекса.

Руководитель проекта - д.э.н. Л.А. Баев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Создание экономических механизмов коэволюционного саморазвития систем инжинирингового взаимодействия научно-исследовательских предприятий ядерного оружейного комплекса и гражданского сектора экономики

ПУБЛИКАЦИИ

1 монография

2 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

7 статей в РИНЦ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Витальная необходимость технологического обновления и развития российской экономики и достаточно длительный период низкой результативности этой деятельности предельно актуализировали задачу создания работоспособных систем и механизмов гражданского использования технологического и интеллектуального потенциала оборонного сектора российской экономики, как наиболее развитой ее составляющей.

Анализ проблематики конверсионного развития советского и российского ВПК показывает наличие системного противоречия между достаточно высоким уровнем технологий производства и управления в этом секторе и реальными возможностями их гражданского использования. Неоднозначность мнений относительно самой возможности "превращения ВПК в локомотив развития гражданской экономики", отрицательный опыт в этом плане множества конверсионных программ и сохранение политических акцентов на решении этой задачи требуют проведения соответствующих прикладных научных исследований.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Доказана неконструктивность существующих подходов и определений самого понятия "инновация", что является одной из основных причин низкой результативности инновационного развития. С позиций проектного целеполагания сформулировано системное определение инновации и базисный критериальный признак ее качества: обеспечение динамичного роста эффективности функционирования объекта инновационной деятельности.

2. Разработана и параметризована обобщенная иерархическая модель многокритериальной оценки инновационных проектов, позволяющая принимать управленческие решения как о принятии проектов к реализации, так и о формировании регулирующих воздействий на этапах актуализации реализуемых проектов (рис. 1).

3. Раскрыты причины низкой результативности трансфертной конверсионной составляющей ВПК и показана целесообразность создания синдикативных систем коэволюционного конверсионного саморазвития научно-исследовательских центров ВПК и гражданского сектора экономики (рис.2) как в силу высокого уровня системной проработки инновационной восприимчивости бизнес-модели корпорации "Росатом", так и в силу высокого уровня мобильности и гибкости интеллектуальной составляющей развития градообразующих научно-исследовательских центров ядерного оружейного комплекса корпорации.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Предложенная иерархическая модель и методика многокритериальной оценки инновационных проектов апробированы и приняты к использованию в Минэкономразвития Челябинской области.

2. Результаты работы использованы при разработке комплексной программы развития ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина" и ЗАТО г. Снежинск до 2020 г.

3. Заключен договор с РФЯЦ ВНИИТФ г. Снежинск о продолжении совместной работы по созданию соответствующей синдикативной системы.

4. Получено положительное решение о гранте РФНФ по данной теме.



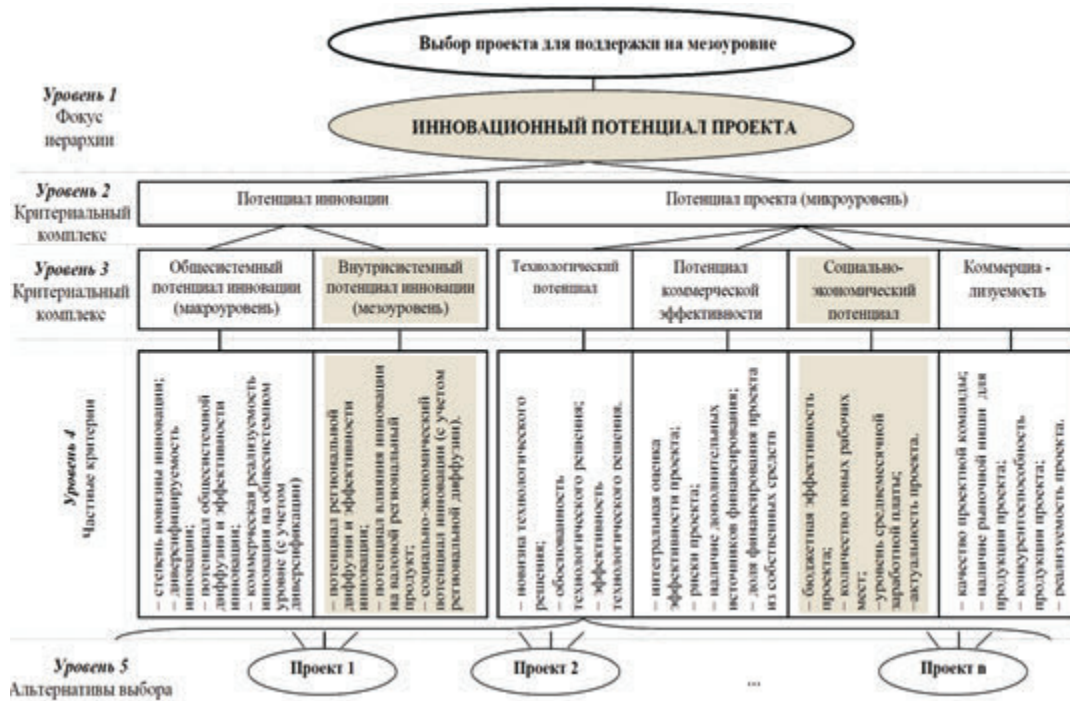


Рис. 1. Иерархическая модель многокритериальной оценки инновационных проектов



Рис. 2. Синдикативная система коэволюционного развития ВНИИТФ и гражданского сектора экономики ЗАТО Снежинск.



ДРЕВНОСТИ ЕВРАЗИИ КАК ОБЪЕКТ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Археология – один из наиболее ярких примеров привлечения широкого спектра дисциплин на всех этапах исследования: от полевых работ до моделирования исторических процессов.

Руководитель проекта - д.и.н. А.Д. Таиров

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получение нового знания о содержании крупных исторических процессов Северной Евразии в результате междисциплинарного анализа, реконструкция долгосрочной динамики форм взаимодействия природы и общества

ПУБЛИКАЦИИ

3 монографии

12 научных статей

5 научных докладов

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Web of Science

2 статьи в SCOPUS

22 статьи в РИНЦ

Интеграция является трендом современного этапа развития науки. Археология в силу ограниченности информационных возможностей вещественных источников широко использует методы большого спектра наук гуманитарного (прежде всего истории и искусствоведения) и естественнонаучного профиля. Проект направлен на выработку процедуры такого анализа на всех этапах исследования и может быть разделен на следующие этапы: полевой, первичной интерпретации, аналитический и реконструктивный.

Практика полевых исследований предполагает выявление археологического памятника и установление его основных параметров до начала раскопок. Для решения этих задач широко использовались анализ микротопографии (совместно с кафедрой "Градостроительство") и методы малоглубинной геофизики – микромагнитная съемка и георадар. Собственные возможности расширены за счет сотрудничества с Институтом геофизики УрО РАН. В результате получена принципиально новая информация о структуре объектов, позволяющая перейти к вопросам реконструкции истории их функционирования.

В целях первичной интерпретации археологической информации широко востребованы создание геоинформационных систем и баз данных массового материала. Последние являются инструментом анализа как на уровне отдельного археологического памятника, так и Северной Евразии в

целом. Анализ пространственно-временного распределения категорий находок и объектов позволяет перейти к установлению динамики процесса, реконструкции дальних связей, миграций и пр.

Полученные в ходе полевых исследований материалы также содержат значительное количество информации, требующей привлечения широкого круга специалистов и методик. Антропологические останки позволяют восстановить внешний облик древних людей (Институт этнологии и антропологии РАН). Проведен сбор образцов для генетического анализа (Гарвардская медицинская школа, Университет Гетенбурга, Университет Майнца). Артефакты и иные следы человеческой деятельности после реставрации становятся объектом изучения трасологов (микроскопические следы использования), а также геологов. Последние изучают источники сырья и технологии их преобразования в конечный продукт. Наиболее сложными для реконструкции являются пирометаллургические процессы, история которых на Урале насчитывает более пяти тысяч лет.

Совместно с Институтом минералогии УрО РАН и кафедрой "Металлургия и литейное производство" проведено изучение состава металла и технологии производства биметаллического чекана и антропоморфных фигурок раннего железного века. Анализы изделий из благородных металлов, выполненные в содружестве с Институтом минералогии УрО РАН, кафедрой геологии, лаборатории электронной микроскопии



и Научно-образовательного центра "Нанотехнологии" ЮУрГУ, позволили определить места добычи золота в древности.

Археологические объекты являются источником информации об истории не только человека, но и природы. Изучение структуры почв (Институт криосферы Земли СО РАН) и палинологических спектров (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Университет имени Гете) позволяет реконструировать палеоклимат. Его основные параметры наряду с составом минеральных ресурсов определяли характер системы жизнеобеспечения, внешние связи и другие важнейшие аспекты функционирования населения.

Таким образом, разнообразие востребованных археологией данных огромно. Это делает актуальной проблему их синтеза в ходе исторических реконструкций. Выработанный алгоритм, его блоки и отдельные методики могут быть применены в практике археологических исследований разных территорий и периодов, а также при изучении долгосрочных трендов технологического и культурного развития групп населения, форм их взаимодействия с вмещающим ландшафтом. Полученные вещественные материалы и выводы представлены в постоянно обновляемой экспозиции музея "Народы и технологии Южного Урала" ЮУрГУ.

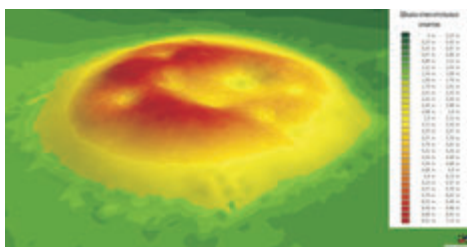


Рис. 1. Курган Шихан (Уба-Тау). Трехмерная модель



Рис. 2. Георадарная система SIR-3000 в комплектации для исследований на археологических памятниках



Рис. 3. Антропоморфная фигура. Случайная находка у пос. Карино

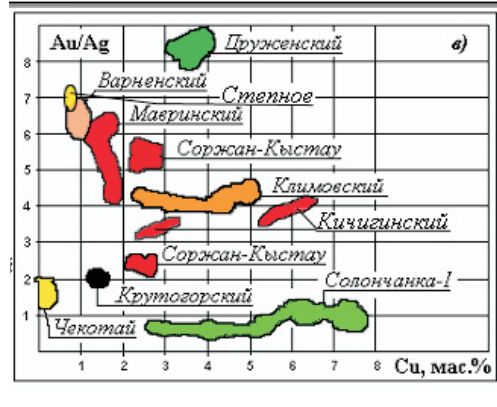
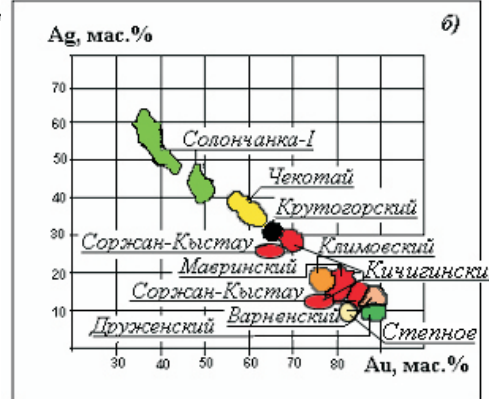
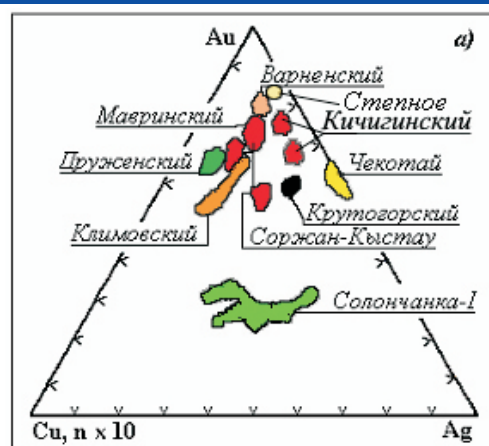


Рис. 4. Результаты анализа золотых изделий эпохи бронзы и раннего железного века Зауралья



ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ МЕДИКАМЕНТОЗНОЙ И НЕМЕДИКАМЕНТОЗНОЙ КОРРЕКЦИИ СИНДРОМА ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ СТРЕССОВЫХ РАССТРОЙСТВ (ПТСР) НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ЕГО МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Проект направлен на изучение молекулярных механизмов синдрома посттравматического стрессорного расстройства как отсроченного последствия психотравмирующего воздействия. Проект реализуется как экспериментально-клиническое исследование. На основании изученных молекулярных механизмов выявлены маркеры развития ПТСР, перспективные для доклинической диагностики заболевания.

Руководитель проекта - д.м.н. О.Б. Цейликман

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение молекулярных механизмов ПТСР. Выявление биомаркеров ПТСР на уровне эндогенных молекулярных протекторных систем

ПУБЛИКАЦИИ

5 научных статей

2 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Web of Science

1 статья в SCOPUS

3 статьи в РИНЦ

ПТСР является важной проблемой, часто сопровождающей тяжелые физические травмы и состояния, связанные с угрозой жизни (военные и насильственные действия, антропогенные и техногенные катастрофы, угрожающие жизни болезни, террористические акты и т.п.).

ПТСР – не редкое явление. На протяжении жизни им заболевает около 1 % населения, а до 15 % населения после тяжелых травм могут обнаруживать отдельные симптомы ПТСР.

У некоторых лиц течение ПТСР хронифицируется. В общей популяции оно часто сочетается с другими психическими заболеваниями, включая аффективные расстройства и злоупотребление алкоголем или другими наркотиками. ПТСР представляет собой психическое состояние не как однородная диагностическая категория, а как расстройство, проявляющееся в различных подвидах.

Острое ПТСР диагностируют, когда симптомы возникают в пределах 6-ти месяцев после перенесенной травмы и сохраняются не более 6 месяцев. О хронических ПТСР говорят, когда продолжительность симптомов превышает 6 месяцев. И, наконец, для отсроченных ПТСР характерно появление симптомов после латентного периода (месяцы или годы).

Течение ПТСР проявляется повторяющимся и навязчивым воспроизведением в сознании психотравмирующего события. При этом пациент усиленно избегает мыслей, чувств или разговоров, связанных с травмой, а также действий, мест или людей, которые инициируют эти воспоминания. Харак-

терна психогенная амнезия и неспособность воспроизвести в памяти психотравмирующее событие в подробностях. Имеет место также постоянная бдительность и состояние постоянного ожидания угрозы, что часто осложняется соматическими расстройствами и заболеваниями – в основном, со стороны нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной и эндокринной систем.

К сожалению, найти и полностью охарактеризовать эти патогенетические механизмы, лежащие в основе развития ПТСР, на данный момент не удалось, учитывая тот факт, что мембранная организация клетки – это “организующая и направляющая сила”, определяющая само ее существование. При этом физико-химическое состояние мембраны определяет условия функционирования мембранных белков, регуляцию внутриклеточных процессов транспорта веществ и преобразования энергии, так как повреждение мембранных структур клетки является начальным событием в цепи нарушений, вызванных действием того или иного патогенного фактора, изучение молекулярных механизмов ПТСР.

Вероятность оказаться в травматической ситуации для любого человека в современном мире непрерывно возрастает. Это ставит перед специалистами разного профиля множество задач: комплексного медико-психологического изучения последствий пребывания в таких ситуациях, разработки адекватных методов диагностики и лечения возникающих патологических последствий. Количество исследований, посвященных изучению психологических последствий пребывания человека в



травматической ситуации за последние десятилетия стремительно растет.

Последствия воздействия стрессоров высокой интенсивности, прежде всего, боевого стресса послужили толчком к их последовательному изучению, приведшему в итоге к выделению посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) в американском психиатрическом классификаторе психических расстройств 1980 г. в отдельную нозологическую единицу (post-traumatic stress disorder - PTSD). Это, в свою очередь, стимулировало клиницистов и психологов к разработке клинических и психологических методов диагностики ПТСР, а также к поиску эффективных методов лечения расстройства. Возникла новая междисциплинарная отрасль науки, связанная с травматическим стрессом, - психотравматология. Большая часть работ по ПТСР посвящена эпидемиологии, этиологии, динамике, диагностике и терапии ПТСР.

КЛИНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клиническая часть исследования предназначена для обоснования нового представления об эндогенных молекулярных протекторных системах как биомаркерах ПТСР иммунологических и метаболических кандидатов в биомаркеры ПТСР.

В обследование вовлечены ветераны военных конфликтов в Афганистане и Чечне. У всех участников обследования в плазме крови определен уровень кортизола, определено содержание биогенных аминов (серотонина, дофамина, норадреналина, адреналина), цитокинов IL-1, IL-6, TNF. Кроме того определены показатели липидограммы, протеинограммы свободно-радикального окисления - молекулярные продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ), карбонилирования белков, активности трансаминаз. В цельной крови определены активности супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы. В тромбоцитах определена активность MAO-B (маркер метаболизма биогенных аминов).

В экспериментах использована модель психоэмоционального стресса "запах хищника". В экспериментах определено соотношение между выраженностью когнитивных расстройств (тревожность, депрессия, страх, гиперактивность), уровнем кортикостерона и состоянием эндогенных молекулярных протекторных систем. При этом изучены показатели оксидативного/нитрозативного стресса, уровень стрессорных гормонов и активность ферментов их тканевого метаболизма.



Рис. 1. Участники проекта проводят рандомизацию биологического материала



Рис. 2. Определение в биологическом материале биохимических и иммунологических показателей

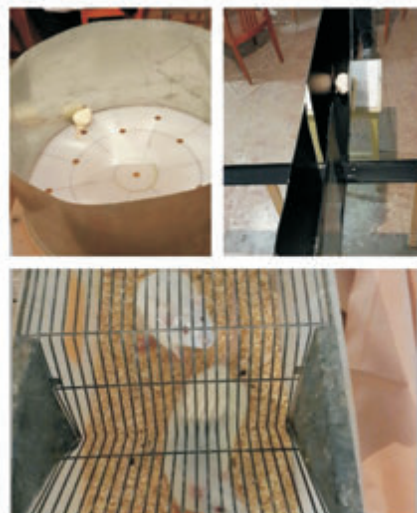


Рис. 3. Изучение когнитивных реакций при ПТСР на животных моделях



СПОРТ С НАУЧНЫМ УКЛОНОМ

В ЮУрГУ действует лаборатория, в которой специалисты всего за полчаса могут провести диагностику всего организма на уникальном оборудовании, с помощью современных технологий рассчитать индивидуальные тренировочные нагрузки для спортсменов и помочь всем обратившимся победить плохое самочувствие, выяснить его причины и, конечно, справиться с ним.

Директор центра - д.б.н. А.П. Исаев

РЕЗУЛЬТАТЫ

1,6 млн. руб.
объем
НИОКР

2 докторские
диссертации

2 кандидатские
диссертации

8 научных
статей
в SCOPUS

200 научных
статей
в РИНЦ

Контакты

Эрлих
Вадим Викторович
ул. С. Кривой, д. 60
тел.: +7 (351) 267-98-49
erlikhw@susu.ac.ru

Исаев
Александр Петрович
ул. С. Кривой 60
цокольный этаж, каб. 001
тел.: +7 (351) 267-96-81

НАЙТИ И ОБЕЗВРЕДИТЬ

Научно-исследовательская лаборатория "Центр оперативной оценки состояния человека" был создан благодаря программе приоритетного направления развития научно-исследовательского университета. При финансовой поддержке руководства ЮУрГУ было приобретено современное оборудование для совершенствования подготовки спортсменов и оперативного определения их состояния.

В Центр обращаются спортсмены практически всех видов спорта Челябинска, Челябинской области и Уральского Федерального округа. В ходе обследования и выявления различных параметров организма определяются сильные и слабые места спортсменов, в режиме онлайн каждый день контролируется их состояние, что позволяет рассчитать необходимую нагрузку и рекомендовать определенные виды тренировок.

Спорт в долгосрочной перспективе – это вред организму: постоянные нагрузки и многочасовые тренировки приводят к многочисленным проблемам, с которыми сталкиваются спортсмены еще задолго до пенсионного возраста. Поэтому цель центра, с одной стороны, ускорить и улучшить физическую подготовку спортсменов, с другой, свести к минимуму опасность повреждений и изнашиваемость организма.

Кроме спортсменов в Центр обращаются и горожане, которые следят за своим здоровьем или хотят выяснить причины плохого самочувствия. После диагностики специалисты предлагают им определенную методику тренировок, которая обеспечит лечебно-

оздоровительный эффект и позволит избежать осложнений во время занятий, улучшит состояние здоровья и сделает организм сильнее и выносливее.

Также в Центре можно получить консультацию врача-диетолога, который разработает индивидуальную схему рационального питания, основываясь на показаниях приборов.

УЗНАТЬ ВСЕ О СЕБЕ ЗА 30 МИНУТ

Обследование начинается с определения процента жировой и мышечной ткани, общего количества жидкости в организме с помощью японского анализатора состава тела Tanita. По виду – обычные весы, только функциональность на порядок выше: прибор позволяет выявить диспропорции, спрогнозировать желаемую массу тела и процент распределения жира в организме. От "испытуемого" требуется всего лишь встать на весы, взяться за специальные поручни, а затем получить "чек" с указанными параметрами тела, значение которых потом разъяснят специалисты.

Затем на стабилметрической платформе оценивается риск развития заболеваний опорно-двигательного аппарата, проводится исследование вестибулярной системы, определяется расположение центра тяжести и устанавливается смещение нагрузки на опорно-двигательный аппарат, дисбаланс в мышцах. Таким образом, появляется возможность выяснить, почему человек не может ходить по прямой или насколько равномерно распределяется нагрузка



на правую и левую ногу. Такие данные принципиальны для спортсменов, так как напрямую влияют на результат их выступлений на соревнованиях.

Пространственную диагностику состояния позвоночника осуществляет 3D-сканер. От испытуемого требуется лишь позволить диагностику с помощью специальной "указки" отметить определенные точки на спине. Благодаря компьютерной программе, прибор рассчитывает длину позвоночника, его конфигурации и углы наклона отделов. Другими словами, прибор покажет все изгибы и искривления спины в разных проекциях. Если есть проблема, специалист предложит методы коррекции и расскажет, как бороться со сколиозом или избавиться от болей в шейном отделе. Также прибор диагностирует состояние внутренних органов и тонус мышц.

Следующая процедура, хоть и может вызвать смущение, крайне полезна для диагностики заболеваний. С помощью экспресс-анализатора мочи за 40 секунд определяется, есть ли в организме какие-либо заболевания, нарушения, переутомляемость.

Наверное, единственный прибор, который заставит обследуемого напрягаться, – это эргоспирометр Shiller. Хотя любителям велосипедного спорта, да и спорта вообще, процедура доставит удовольствие. "Испытуемый" крутит педали на "велосипеде", а прикрепленные к телу датчики определяют состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, регистрируют работу сердца в покое и при нагрузке. Пять минут работы – и обследуемый получает подробную информацию, есть ли у него проблемы с сердцем или легкими, какова скорость восстановительных процессов, физическая работоспособность и многое другое. Подобная процедура для спортсменов отличается тем, что оценивается состояние организма при повышенных нагрузках, что позволяет скорректировать тренировки и рассчитать, в какие дни и в каком количестве необходимо тренироваться, чтобы достигнуть максимального эффекта и не навредить себе.

Еще одна процедура – определение состава крови. Тем, кто по каким-то причинам боится или не любит сдавать кровь, можно не беспокоиться. Экспресс-анализатор работает неинвазивно, то есть без забора крови. С помощью 5 датчиков-микропроцессоров, прикрепляемых к телу, прибор позволяет получить 117 параметров жизнедеятельности организма человека, среди которых уровень гемоглобина, функциональные пробы печени, уровень гормонов, количество углекислого газа в организме и многие другие.

БОЙ С ТЕНЬЮ

Для диагностики состояния профессиональных спортсменов в лаборатории имеется мобильное диагностическое оборудование.

Телеметрический анализатор "Oxuson Mobile" с помощью датчиков, которые устанавливаются на теле спортсмена, позволяет диагностировать состояние организма кикбоксеров во время тренировки, когда спортсмен имитирует бой, у лыжников или конькобежцев во время забегов. Прибор предоставляет данные о газообмене, биохимические параметры работы сердечно-сосудистой системы, электрокардиограмму.

Скоро в лаборатории появится новое оборудование: полидинамометр – прибор для измерения силы различных групп мышц в разных углах, а также прибор для анализа биомеханики. Он будет действовать через специальные маркеры, которые крепятся на теле человека, фиксируют изменения положения тела в пространстве и передают эти данные на экран, преобразуя их в 3D-модель. Аппарат будет показывать: есть ли какие-то отклонения во время движения, проблемы или отклонения опорно-двигательного и вестибулярного аппарата.



Рис. 1. Динамика ЭКГ при нагрузке



Рис. 2. Анализатор состава тела



Рис. 3. Процедура эргоспирометрии



СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ СПОРТ

Уникальное оборудование Центра представлено в России практически единичными экземплярами. Эргоспирометром "Shiller" пользуются спортсмены сборной "Жемчужина Сибири" в Тюмени, "Охосон Mobile" есть на базе сборной России по биатлону в Ханты-Мансийске. Но только в Челябинске самые разные приборы объединены в одну лабораторию и позволяют осуществлять максимально развернутую диагностику. Однако и это еще не все.

В 2014 году диагностика, осуществляемая Центром, дополнена методами суперкомпьютерного моделирования. В общей сложности со всех описанных выше приборов поступает 1051 параметр. Если производить обследование и контроль за состоянием спортсменов каждый день, эта цифра увеличивается в разы. Одному человеку с этим справиться крайне сложно. Именно для этого разработана специальная программа, которая позволяет посредством суперкомпьютера "СКИФ-Урал" автоматически и, самое главное, быстро производить все необходимые расчеты.

Междисциплинарный научный проект MedMining, цель которого – разработка программной системы для сбора и интеллектуального анализа данных физиологических исследований профессиональных спортсменов, стартовал в ЮУрГУ в 2012 году. Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) – это совокупность методов для обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

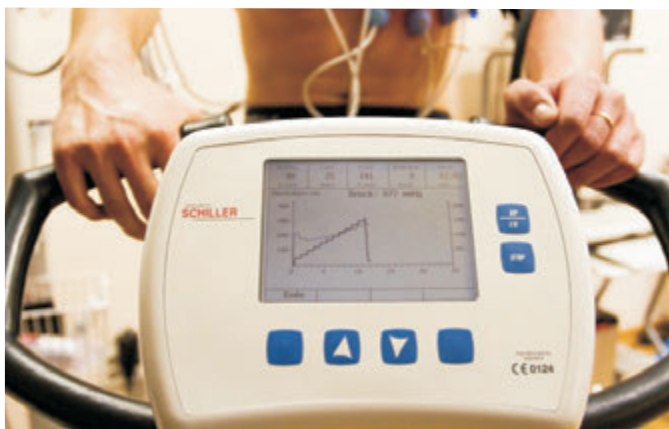


Рис. 4. Нагрузка на велоэргометре



Рис. 5. Экспресс-анализатор мочи

ФАКТЫ

40

секунд - время, за которое определяется, есть ли в организме какие-либо заболевания, нарушения, переутомляемость

5

минут работы - и обследуемый получает подробную информацию о том, есть ли у него проблемы с сердцем или легкими, какова скорость восстановительных процессов, физическая работоспособность и многое другое

117

параметров жизнедеятельности организма человека позволяют получить 5 датчиков-микропроцессоров, прикрепляемых к телу







НАУЧНЫЕ СТРУКТУРЫ ЮУрГУ

Лаборатория “Энергосбережение в социальной сфере”	86
Лаборатория “Рациональное использование ресурсов и энергии в металлургии”	88
Лаборатория “Энерго- и ресурсоэффективные технологии в дизелестроении для бронетанковой техники и инженерных машин”	90
Научно-образовательный центр “Композитные материалы и конструкции”	92
Научно-образовательный центр “Экспериментальная механика”	94
Научно-образовательный центр “Геоинформационные системы”	96
Научно-образовательный центр “Машиностроение”	98
Лаборатория физических исследований.....	100
Лаборатория химических исследований.....	104
Лаборатория суперкомпьютерного моделирования.....	106

ЛАБОРАТОРИЯ “ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ”

Руководитель - д.т.н. Д.А. Шнайдер

РЕЗУЛЬТАТЫ

830 млн. руб.
объем
НИОКР

4 докторские
диссертации

37 кандидатских
диссертаций

131 научная
статья
в SCOPUS

131 научная
статья
в Web
of Science

4202 научные
статьи
в РИНЦ

Контакты

Шнайдер
Дмитрий Александрович -
руководитель

г. Челябинск
пр. Ленина, 87, ауд. 707/36
тел.: +7 (351) 267-93-69
shnyder@ait.susu.ac.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ЛАБОРАТОРИИ

- Оперативное предоставление информации о фактическом потреблении и показателях качества энергоресурсов.
- Анализ энергетической эффективности объектов ЖКХ на основе моделей объектов, данных нормативного и фактического потребления ТЭР в реальном времени.
- Оперативный контроль работоспособности приборов учета и регулирования потребления ТЭР, выявление аварийных ситуаций.
- Диспетчерское управление и оптимизация режимов функционирования инженерных систем и сетей ЖКХ по критериям энергетической эффективности.
- Формирование и ведение единой базы данных технических характеристик и эксплуатационной документации приборов учета энергоресурсов.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- Разработка теоретических основ энерго- и ресурсосбережения в ЖКХ и социальной сфере.
- Создание комплексных систем энергообеспечения, включающих системы энергоснабжения с распределенной когенерацией на базе газотурбинных и газопоршневых энергоагрегатов, альтернативные источники энергии.
- Создание технологий мониторинга, анализа энергетической эффективности и регулирования потребления коммунальных ресурсов с использованием интеллектуальных

датчиков и исполнительных механизмов.

- Создание технологий метрологического обеспечения средств учета энергопотребления на базе мобильного малогабаритного оборудования для калибровки и аттестации.
- Создание технологий энергоэффективного автоматизированного освещения улиц и зданий на основе регулируемых энергосберегающих источников света.
- Получение высокоэффективных долговечных строительных и специальных материалов.
- Разработка автоматизированных систем учета и диспетчерского управления потреблением энергетических ресурсов.



Рис. 1. Высокоэффективные энерго- и ресурсосберегающие строительные материалы. Безбалочные сборно-монолитные перекрытия многоэтажных зданий с предварительно напряженными железобетонными плитами



Рис. 2. Энергоцентр ЮрГУ



Рис. 7. Автоматизированные тепловые пункты зданий ЮрГУ



Рис. 3. Газопоршневой энергоагрегат



Рис. 8. Светодиодное освещение общежития № 7 ЮрГУ с плавным регулированием яркости светового потока



Рис. 4. Ветроэнергетическая установка



Рис. 5. Теплоутилизационная энергоустановка



Рис. 6. Газотурбинный энергоагрегат



Рис. 9. Центр коллективного пользования в энергетике и энергосбережении



ЛАБОРАТОРИЯ “РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ И ЭНЕРГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ”

Руководитель - д.т.н. Г.Г. Михайлов

РЕЗУЛЬТАТЫ

188 млн. руб.
объем
НИОКР

4 докторские
диссертации

9 кандидатских
диссертаций

96 научных статей
в SCOPUS

96 научных статей
в Web
of Science

1148 научных
статей
в РИНЦ

Контакты

Михайлов
Геннадий Георгиевич -
руководитель

г. Челябинск
пр. Ленина, 76, ауд. 316, 321
главный корпус ЮУрГУ
тел.: +7 (351) 267-92-21,
+7 (351) 26736-50
fm-susu@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ЛАБОРАТОРИИ

- Исследования фазовых и структурных превращений в сталях и сплавах.
- Разработка оптимальных технологических режимов сварки, обработки металлов давлением, термической и термомеханической обработки.
- Механические испытания.
- Физическое моделирование процессов прокатки иковки, термической обработки, сварки, непрерывного литья.
- Изучение фазовых превращений.
- Выращивание монокристаллов из расплава, отработка комплекса физико-химических параметров на основе термодинамического моделирования многокомпонентных систем, что в совокупности должно обеспечивать кристаллообразование монокристаллов оптического качества из расплава.
- Изучение и контроль свойств исходных формовочных материалов, формовочных и стержневых смесей, а также изготовленных из них форм и стержней.
- Моделирование процессов сварки и получения сварных металлоконструкций роботизированной сваркой.

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Разработка эффективных технологий в металлургии, обеспечивающих использование комплексных руд,

возможность производства качественных сталей и сплавов на основе требований к их физико-механическим свойствам и химическому составу.

- Получение материалов с уникальными свойствами, повышение качества продукции и эффективности металлургического производства на основе исключения затратных переделов.
- Создание эффективных энергоблоков, линий электропередач, автоматизированных систем управления энергоресурсами в металлургии.



Рис. 1. Установка для выращивания монокристаллов (вид сверху)



Рис. 2. Лаборатория физического моделирования термомеханических процессов



Рис. 4. Трубчатая печь Nabertherm



Рис. 3. Программно-аппаратный комплекс для моделирования процессов сварки



Рис. 5. Установка для выращивания монокристаллов



ЛАБОРАТОРИЯ “ЭНЕРГО- И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗЕЛЕСТРОЕНИИ ДЛЯ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ И ИНЖЕНЕРНЫХ МАШИН”

Руководитель - д.т.н. Ю.В. Рождественский

РЕЗУЛЬТАТЫ

114 млн. руб.
объем
НИОКР

6 докторских
диссертаций

16 кандидатских
диссертаций

116 научных
статей
в SCOPUS

116 научных
статей
в Web
of Science

618 научных
статей
в РИНЦ

Контакты

Рождественский
Юрий Владимирович -
руководитель

г. Челябинск
пр. Ленина, 76, ауд. 322
тел.: +7 (351) 267-94-51
at-dek@susu.ac.ru

Web-сайт:
<http://atfakultet.ru/>

ВОЗМОЖНОСТИ ЛАБОРАТОРИИ

- Выполнение научно-исследовательских работ в области многоцелевых поршневых и комбинированных двигателей, улучшение эффективных, экономических и экологических показателей двигателей, а также показателей надежности и ресурса.
- Проведение испытаний полноразмерных автотракторных, промышленных специальных дизелей мощностью от 90 до 1800 кВт по методикам Правил ЕЭК ООН №24, 49, 96, EPA (Tier), Директив ЕС, ГОСТ РФ, а также по нестандартным методикам, при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также использование в учебном процессе.
- Исследование закономерностей параметров трения для различных смазочных и конструкционных материалов, а также моделирование конструкций и параметров разнообразных узлов трения (ИК-спектрометрия смазочных материалов, измерение щелочного и кислотного числа и их изменения в результате трибомеханохимических процессов, измерение реологических параметров смазочных материалов в широком интервале температур и скоростей сдвига).
- Диагностирование технического состояния транспортных машин и технологического оборудования по составу частиц износа и определение механизма изнашивания.
- Повышение технических показателей многоцелевых двигателей до уровня лучших мировых образцов.
- Повышение технических показателей моторно-трансмиссионных установок инженерных машин до уровня лучших мировых образцов за счет внедрения энергоэффективных конструкторских и технологических решений.

- Повышение технических показателей двигателей и моторно-трансмиссионных установок многоцелевых колесных и гусеничных машин до уровня лучших мировых образцов, в том числе за счет внедрения новых материалов и технологий.
- Теоретические основы повышения проходимости бронированных армейских автомобилей путем совершенствования алгоритма перераспределения крутящего момента.
- Повышение надежности и энергоэффективности многоцелевых двигателей, моторно-трансмиссионных установок для инженерных машин специального назначения и самих машин до уровня лучших мировых образцов за счет внедрения технологических решений.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- Совершенствование рабочего процесса и конструкций ДВС для повышения топливной экономичности, мощности и снижения выбросов вредных веществ отработавшими газами до уровня мировых стандартов.
- Повышение надежности двигателей, моторно-трансмиссионных установок и шасси военных, инженерных и транспортных машин.
- Развитие транзитного потенциала транспортных систем: управление провозными возможностями магистралей транспортных узлов и перевозчиков.
- Разработка современного технологического обеспечения для создания моторно-трансмиссионных установок.
- Обеспечение совместной работы перспективных ДВС с трансмиссией и шасси в современных моторно-трансмиссионных установках военных, инженерных и транспортных машин.





Рис. 1. Машины трения

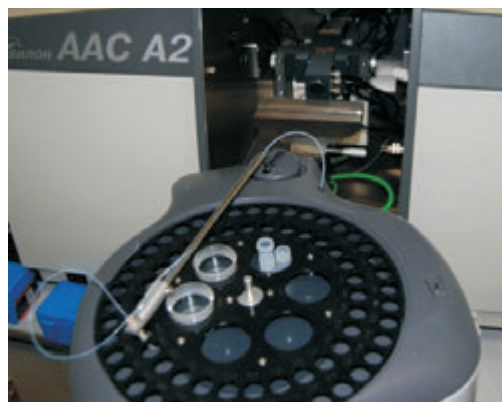


Рис. 4. Атомно-абсорбционный спектрометр

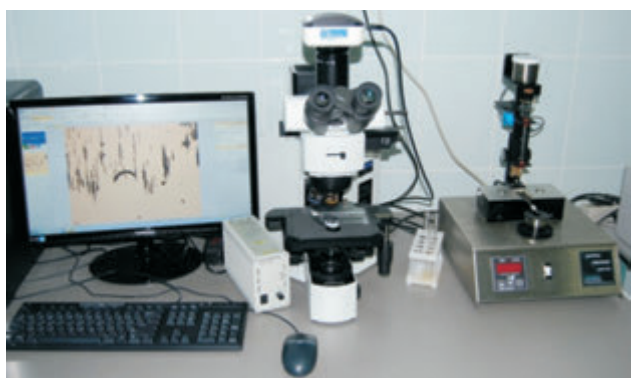


Рис. 2. Феррографическая лаборатория



Рис. 5. Стенд AVL «Исследование рабочих процессов в ДВС»



Рис. 3. Инфракрасный спектрометр-интерферометр



Рис. 6. Аппарат для измерения вязкости жидкостей при высоких скоростях сдвига и температуре 150 °С

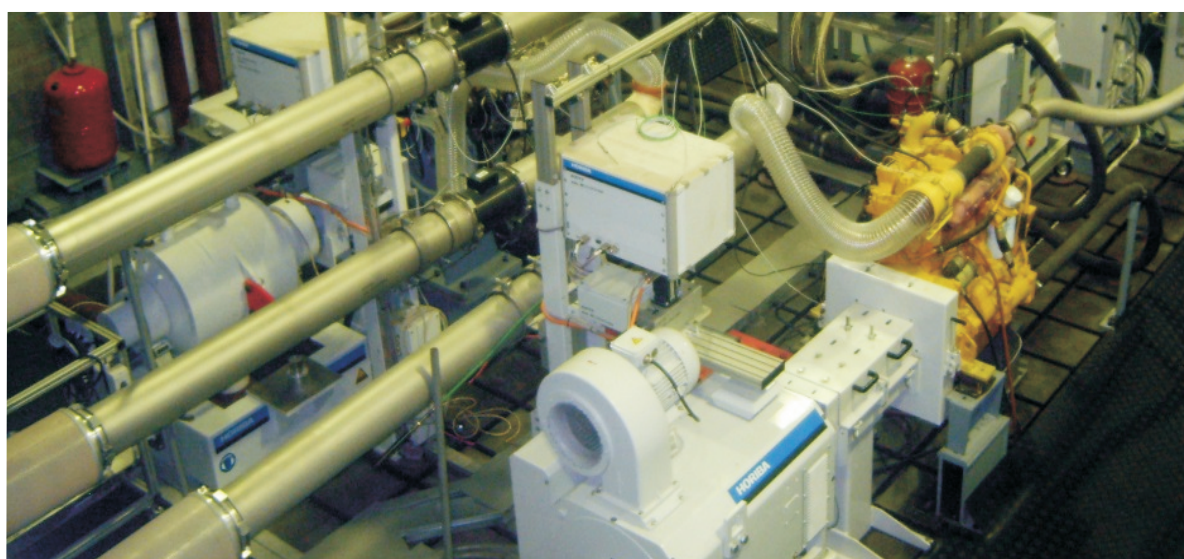


Рис. 7. Оборудование для испытаний полноразмерных дизелей



НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР “КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ”

Научно-образовательный центр “Композитные материалы и конструкции” - часть инновационной образовательной и инжиниринговой структуры, основной областью деятельности которой являются образовательные услуги и разработка по заказу предприятий реального сектора экономики оригинальных технологий или конструкций из композитных материалов на основе имеющейся в университете современной технологической и испытательной базы, а также развитие научно-практического потенциала в области композитных материалов.

Директор центра - А.Б. Широков

РЕЗУЛЬТАТЫ

132 млн. руб.
объем
НИОКР

1 докторская
диссертация

6 кандидатских
диссертаций

86 научных
статей
в SCOPUS

86 научных
статей
в Web
of Science

193 научных
статьи
в РИНЦ

Контакты

Широков
Александр Бежанович -
директор НОЦ

г. Челябинск
пр. Ленина, 76, ауд. 236
тел.: +7 (351) 267-90-19,
272-30-32
rec.cms.susu@gmail.com

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- Исследование физико-механических и реологических свойств исходных компонентов композитных материалов.
- Создание новых видов композитных материалов.
- Исследование и разработка процессов изготовления изделий из композитных материалов.
- Проведение НИР и ОКР по разработке конструкции и технологии изготовления изделий из композитных материалов.
- Обучение в рамках программ повышения квалификации по проектированию и технологиям изготовления композитных материалов.

ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ИНЖИНИРИНГОВЫХ УСЛУГ

- услуги, связанные с подготовкой производственного процесса на всех стадиях проекта: предпроектные, проектные, послепроектные;
- услуги, связанные с обеспечением нормального хода производственного процесса (оптимизация технологического процесса, конструкции, конъюнктурные и маркетинговые исследования).
НОЦ осуществляет свою деятельность в сфере выполнения прикладных НИОКР по следующим приоритетным направлениям:
- транспортные и космические системы;

- энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика;
- индустрия наносистем;
- перспективные виды вооружения, военной и специальной техники.

СОСТАВ НОЦ

- Инженерно-технический отдел: программное обеспечение CAD, CAM, CAE;
 - мобильный комплекс для моделирования физико-механических свойств изделий из композитных материалов.
- Научно-исследовательская лаборатория:
 - комплекс оборудования и инструмента для операции механической обработки образцов с системой пылеудаления и системой очистки воздуха;
 - комплекс оборудования и инструмента для изготовления и хранения образцов препрега;
 - комплекс оборудования и инструмента для изготовления испытательных образцов методом контактного формования;
 - комплекс оборудования для исследования физических параметров образцов из полимерных композиционных материалов (ПКМ);
 - комплекс оборудования для исследования и измерения химических и физико-механических параметров образцов из полимерных композиционных материалов (ПКМ);
 - комплекс оборудования по подготовке исходных компонентов и образцов из полимерных композиционных материалов (ПКМ).
Лаборатория оснащена всеми средствами индивидуальной защиты для работ со смолами.





3. Опытно-технологическая лаборатория:

- ➔ установка по напылению гелькоута;
- ➔ установка по напылению рубленного ровинга с полиэфирной смолой;
- ➔ установка для инъекции полиэфирной смолы;
- ➔ цифровой плоттер для раскроя армирующих наполнителей и препрегов;
- ➔ робот-манипулятор IRB4600 с режущей головкой;
- ➔ оборудование для литья под давлением эпоксидной смолы в закрытую форму.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ РАБОТЫ

- ➔ Разработка технологии изготовления элементов экстерьера кабины электропоезда ЭС2Г "Ласточка" из полимерных композитных материалов в рамках программы локализации производства [рис. 1].
- ➔ Отработка технологии изготовления кожуха торсиона автомата перекоса вертолета "Ансат" методом RTM [рис. 2].
- ➔ Разработка элементов экстерьера из полимерных материалов бульдозера ДЭТ-400 [рис. 3].
- ➔ Разработка элементов экстерьера модуля боевого расчета пожарного автомобиля [рис. 4].
- ➔ Создание высокотехнологичного производства модельного ряда энергосберегающих низкопольных трамвайных вагонов модульной конструкции [рис. 5].



Рис. 2. Разработка технологии изготовления кожуха торсиона несущего винта вертолета "Ансат" методом RTM



Рис. 3. Разработка элементов экстерьера модуля боевого расчета пожарного автомобиля



Рис. 1. Разработка технологии изготовления элементов экстерьера кабины электропоезда ЭС2Г из полимерных композитных материалов в рамках



Рис. 4. Конструкция MRTV с элементами экстерьера и интерьера из полимерных композитных материалов

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР “ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА”

Научно-образовательный центр “Экспериментальная механика” основан 7 сентября 2012 года. В центре установлено оборудование для определения механических характеристик материалов при статическом нагружении и оборудование для проведения виброиспытаний конструкций.

Центральной составляющей НОЦ “Экспериментальная механика” является уникальный расчетно-экспериментальный комплекс LMS (Бельгия), позволяющий на порядок повысить эффективность и сократить сроки проектирования новых изделий и элементов конструкций аэрокосмической, автомобильной и приборостроительной отраслей. Комплекс LMS, в отличие от других измерительных систем и расчетных программ, позволяет создавать компьютерные модели изделий, подтвержденные результатами испытаний.

Директор центра - к.т.н. П.А. Тараненко

РЕЗУЛЬТАТЫ

200 млн. руб.
объем
НИОКР

2 докторские
диссертации

8 кандидатских
диссертаций

130 научных
статей
в SCOPUS

130 научных
статей
в Web
of Science

288 научных
статей
в РИНЦ

Контакты

Тараненко
Павел Александрович -
директор

г. Челябинск
пр. Ленина, 76
тел.: +7 (351) 272-37-44
pataranenko@gmail.com

Web-сайт:
<http://em.susu.ac.ru>

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- Разработка высокоэффективных технологий расчетно-экспериментального проектирования изделий аэрокосмической и автотранспортной техники.
- Построение полнофункциональных компьютерных моделей изделий (автомобилей, тракторов, трамваев), верифицированных результатами испытаний.
- Определение механических характеристик материалов (в том числе, композитных) при статическом и ударном нагружении.
- Бесконтактное определение напряжений и деформаций образцов и элементов конструкций.
- Определение усталостных характеристик материалов.
- Стендовые виброиспытания практически любых изделий при синусоидальном, случайном и ударном возбуждении.
- Определение резонансных частот изделий как на территории университета, так и на территории машиностроительных предприятий.
- Бесконтактное измерение вибрации миниатюрных конструкций.
- Многоканальное тензо- и термометрирование конструкций.
- Идентификация источников шума (внутри салонов транспортных средств, в двигателях).
- Ходовые испытания транспортных средств.
- Конечноэлементные расчеты на прочность практически любой сложности, включая квазистатические, динамические и усталостные расчеты.

ВЫПОЛНЕННЫЕ ПРОЕКТЫ

- Экспериментальное определение собственных частот и форм каркаса кузова средней секции трамвайного вагона. Расчетный прочностной анализ элементов металлокаркаса и силовой композитной обшивки трамвайного вагона в процессе эксплуатации.
- Статические испытания на прочность при температурах от -45°C до +50°C элементов фронтальной маски и эпоксидных смол, используемых в конструкции электропоезда.
- Комплекс работ по моделированию и разработке высокоэффективных конструкций тканевых бронезилов и бронезилов с керамическим лицевым слоем.
- Определение усталостных характеристик материалов.
- Определение механических характеристик материалов при ударном растяжении. Разработка методики экспериментального определения собственных частот и форм изделий аэрокосмической техники.
- Экспериментальная оценка вибронагруженности оператора промышленного трактора.
- Экспериментальное определение собственных частот лопаток колеса компрессора микрогазотурбинной установки.
- Определение собственных частот лопаток вала стартер-генератора микрогазотурбинной установки.





Рис. 1. Установка разрезных стержней Гопкинсона



Рис. 4. Измерительная система LMS



Рис. 2. Лазерный виброметр Polytec



Рис. 5. Вибростенд с горизонтальным скользящим столом



Рис. 3. Башенный копер Instron copy



Рис. 6. Разрывная машина Instron



НАУЧНО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР “ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ”

Руководитель - к.п.н. В.Н. Максимова

Контакты

Максимова
Валентина Николаевна -
директор

г. Челябинск
пр. Ленина, 76, ауд. 152
тел.: +7 (351) 272-30-77,
+7 (351) 272-31-48
valmaksimova@mail.ru

ФУНКЦИИ ЦЕНТРА

- создание, внедрение и ведение геоинформационных систем;
- выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области ГИС-технологий;
- разработка системного и прикладного программного обеспечения для ГИС; организация обучения, сопровождения, повышения квалификации и переподготовки пользователей ГИС;
- получение и обработка материалов ДЗЗ (спутниковые снимки, аэрофотосъемка);
- создание и обновление цифровых топографических и тематических карт различных масштабов;
- создание трехмерных фотореалистических моделей объектов местности и недвижимости;
- проведение научно-технических и научно-практических конференций и семинаров по тематике ГИС центра ЮУрГУ.



Рис. 1. Обработка растрового изображения широкоформатным сканером

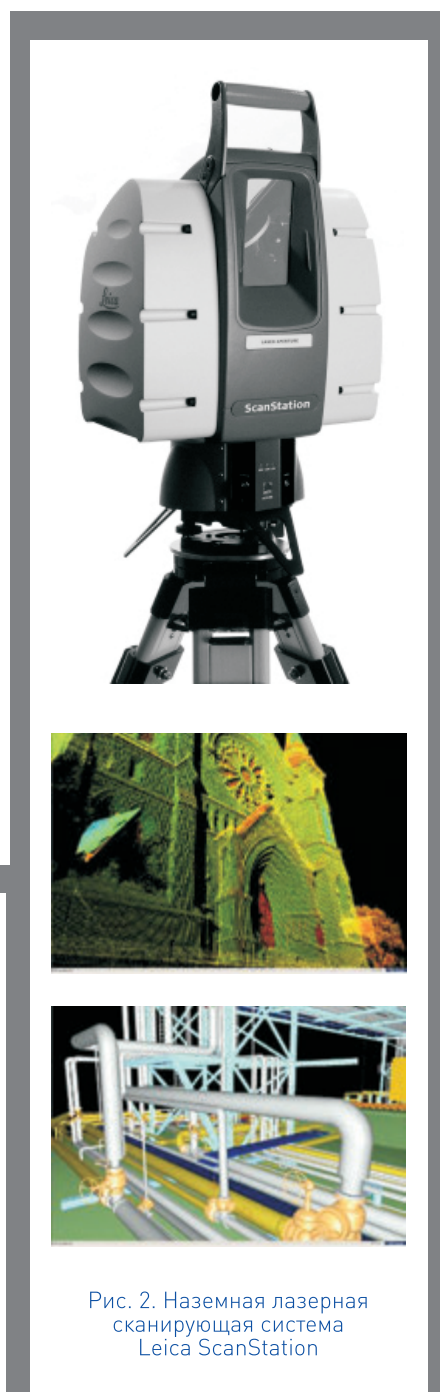


Рис. 2. Наземная лазерная сканирующая система Leica ScanStation



Рис. 3. Беспилотные летательные аппараты ЮУрГУ



Рис. 4. Образец снимка с БПЛА (пример ортофотоплана)



Рис. 7. Передвижная лаборатория



Рис. 5. Летательные аппараты ЮУрГУ

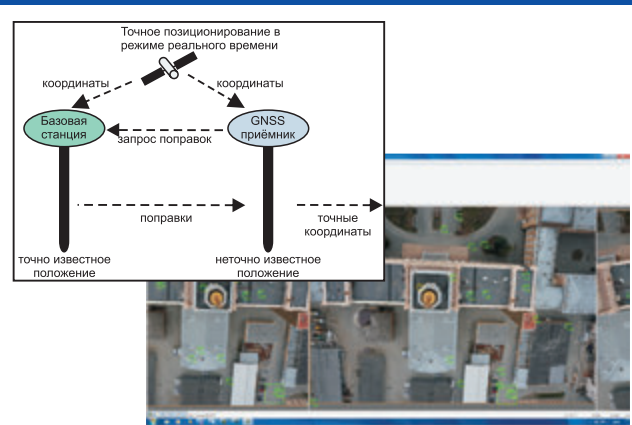


Рис. 6. Объединение и привязка снимков



Рис. 8. Съемка местности



НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР “МАШИНОСТРОЕНИЕ”

Научно-образовательный центр “Машиностроение” ФГБОУ ВПО “Южно-Уральский государственный университет” (НИУ) был создан в рамках реализации приоритетного национального проекта “Образование” и программы развития национального исследовательского университета. Целью деятельности является подготовка специалистов, конкурентоспособных на мировом рынке труда, владеющих знаниями и навыками (включая навык самообразования), необходимыми для производства новых знаний, технологий, товаров и услуг в области машиностроения. Научно-образовательный центр “Машиностроение” оснащен обрабатывающими центрами фирмы MORI SEIKI (Япония), координатно-измерительной машиной КИМ-1000 (фирма “Лапик”), электроэрозионным станком фирмы Sodick (Япония) и большим парком универсального оборудования.

Руководитель - к.т.н. Р.А. Закиров

РЕЗУЛЬТАТЫ

35 млн. руб.
объем
НИОКР

Контакты

Закиров
Рамиль Агзамович -
директор

г. Челябинск
ул. Коммуны, 141, ауд. 120
тел.: +7 (351) 267-96-36,
+7 (351) 272-31-27
susu_noc_mm@mail.ru

Центр занимается образовательной деятельностью, а также изготовлением опытных образцов для предприятий машиностроения.

Оборудование соответствует мировому уровню – аналогов его в других учебных заведениях России нет. Для реальной работы на станках с числовым программным управлением используются обучающие классы, оборудованные двумя современными станками EMCO (Австрия), а также тренировочными симуляторами DMG (Германия) и EMCO. Комплексный подход к обучению (через освоение и использование специализированных CAD/CAM-программных продуктов к изготовлению деталей на реальном оборудовании) позволяет решать конструкторские и технологические задачи на современном уровне.

ВОЗМОЖНОСТИ ЦЕНТРА

- Услуги по производству широкого спектра высокоточных и высокотехнологичных опытных образцов из различных материалов; предельные размеры обрабатываемых изделий: диаметр 400 мм x 1000 мм; предельная масса обрабатываемых изделий - 300 кг (размеры и масса варьируются в зависимости от оборудования);
- Изучение технологии производства и нанесения покрытий поверхности сварных металлических оболочек,

применяемых в производстве электронных систем управления;

- Изготовление различных сварных металлических конструкций размерами 4500 мм x 1900 мм x 3000 мм. Обработка листового проката до 1500 x 3000 мм, гибка листового проката до 4000 мм.



Рис. 1. Электроэрозионный проволочно-вырезной станок



Рис. 2. Круглошлифовальный обрабатывающий центр



Рис. 3. Четырехосевой токарно-фрезерный обрабатывающий центр



Рис. 8. Изделия типа «кабина управления технологическим и грузоподъемным оборудованием»



Рис. 4. Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с податчиком прутка



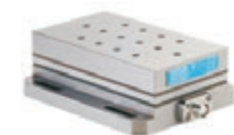
Рис. 5. Координатно-измерительная машина



Рис. 6. Дробеструйная камера с дробеструйным аппаратом



Рис. 9. Изделия типа «Крыльчатка»



Трехкомпонентная силоизмерительная плита тип 9257B



Мультikomпонентная силоизмерительная плита тип 9125AA



Мультikanальный усилитель сигнала



Система сбора данных

Рис. 7. Комплект оборудования для регистрации и анализа сил резания



Рис. 10. Изделия типа «Штамп»



ЛАБОРАТОРИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Лаборатория мирового уровня “Суперкомпьютерное моделирование” основана в Южно-Уральском государственном университете 1 декабря 2010 года. В лаборатории установлены три суперкомпьютера, в том числе инновационный энергоэффективный суперкомпьютер “Торнадо ЮУрГУ” с 29184 процессорными ядрами и жидкостной системой охлаждения.

Руководитель - к.ф.-м.н. П.С. Костенецкий

РЕЗУЛЬТАТЫ

105 млн. руб.
объем
НИОКР

3 докторские
диссертации

25 кандидатских
диссертаций

38 научных статей
в SCOPUS

38 научных статей
в Web
of Science

Контакты

Костенецкий
Павел Сергеевич -
руководитель

г. Челябинск
пр. Ленина, 87, ауд. 108/3Г
тел.: +7 (351) 267-90-06,
доб. 108
supercomputer@susu.ru

Web-сайт ЛСМ:
<http://supercomputer.susu.ru>

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- решение задач суперкомпьютерного моделирования для повышения энерго- и ресурсоэффективности высокотехнологичных отраслей экономики и социальной сферы;
- взаимодействие и координация с другими центрами и лабораториями суперкомпьютерного моделирования Российской Федерации и зарубежных стран;
- разработка технологий сквозного проектирования с использованием суперкомпьютерных и распределенных вычислительных систем для создания инновационных энерго- и ресурсосберегающих промышленных технологий;
- разработка теоретических и практических основ построения качественно новых высоко-масштабируемых методов и алгоритмов для интеллектуального анализа данных на суперЭВМ транспетафлопного уровня производительности;
- проведение исследований в области методики преподавания современных технологий суперкомпьютерного моделирования.

Лаборатория суперкомпьютерного моделирования разрабатывает и предоставляет высокоуровневые программные сервисы для инженерного проектирования и анализа, доступные через Интернет, используемые в учебном процессе и научных исследованиях.

Основные заинтересованные отрасли экономики и заказчики:

машиностроение, металлургия и металлообработка, топливно-энергетический комплекс, легкая промышленность, производство суперкомпьютеров и программного обеспечения.

В лаборатории суперкомпьютерного моделирования (ЛСМ) установлены отечественные вычислительные комплексы, выполняющие свыше 606 600 000 000 000 математических операций в секунду. Наиболее мощным вычислителем ЛСМ является инновационный суперкомпьютер “Торнадо ЮУрГУ” с пиковой производительностью 473.6 триллионов операций в секунду, занимающий 190 место в рейтинге TOP500 мощнейших компьютеров мира (<http://top500.org>) и 5 место в списке мощнейших компьютеров СНГ TOP50 (<http://supercomputers.ru>), а также суперкомпьютер “СКИФ-Аврора ЮУрГУ” и вычислительный кластер “СКИФ Урал”. Вычислительные комплексы “Торнадо ЮУрГУ” и “СКИФ-Аврора ЮУрГУ” имеют полное жидкостное охлаждение, позволяющее добиться 20% экономии электроэнергии и обеспечить рекордную плотность компонент.

Суперкомпьютеры ЛСМ используются для решения широкого спектра инженерных задач на промышленных предприятиях, для выполнения перспективных научных исследований и для обучения студентов.



Число вычислительных узлов/процессоров/сопроцессоров/процессорных ядер:	480 / 960 / 384 / 29184
Тип процессоров:	Intel Xeon X 5680 (6 ядер по 3.33 GHz) – 960 шт.
Тип многоядерных сопроцессоров:	Intel Xeon Phi SE10X (61 ядро по 1.1 GHz) – 384 шт.
Оперативная память:	16900 ГБ
Дисковая память:	300 ТБ, твердотельные накопители SSD Intel, параллельная система хранения данных Panasas ActiveStor 11
Тип системной сети:	InfiniB and QDR (40 Гигабит/с)
Тип управляющей сети:	Gigabit Ethernet
Пиковая производительность:	473.6 Триллионов операций в секунду (TFlops)
Операционная система:	Linux CentOS
Система охлаждения:	Полное жидкостное охлаждение



Рис. 1. Суперкомпьютер «Торнадо ЮУрГУ»



Рис. 2. Суперкомпьютер «СКИФ-Аврора ЮУрГУ»



Рис. 3. Вычислительный кластер «СКИФ Урал»



Рис. 4. Рабочий процесс

На суперкомпьютере решается более 200 индустриальных задач.

Примеры выполненных работ:

- ➔ Определение стартовых нагрузок для ракеты-носителя, генерируемых реактивной струей двигателя. Заказчик: Государственный ракетный центр им. академика В.П. Макеева.
- ➔ Проектирование и расчет смесеобразования в ракетных двигателях (создание ракетного двигателя нового поколения). Заказчик: ФГУП "НИИМАШ".
- ➔ Изучение нестационарных характеристик турбины низкого давления, определение взаимного влияния венцов (ЦИАМ им. Баранова). Заказчик: Минпромторг России.
- ➔ Численное исследование работы камеры сгорания перспективного двигателя (ЦИАМ им. Баранова). Заказчик: Минпромторг России.
- ➔ Исследование работы сверхзвукового воздухозаборника на нестационарных режимах (помпаж) (ЦИАМ им. Баранова). Заказчик: Минпромторг России.
- ➔ Исследование задачи снижения шума сверхзвуковых струй из сопла двигателя (ЦИАМ им. Баранова). Заказчик: Минпромторг России.
- ➔ Минимизация массы бронезишета при сохранении заданного уровня защиты. Заказчик: ЗАО "ФОРТ Технологии".
- ➔ Изучение причины выхода из строя двигателей промышленных тракторов и формирование рекомендаций по их устранению. Заказчик: ООО ГСКБ "Трансдизель".
- ➔ Изучение свойств турбулентной жидкости в щелевых уплотнениях питательных насосов для подачи воды в котлы тепловой электростанции. Заказчик: ОАО "Пролетарский завод".
- ➔ Оценка возможности использования существующего оборудования для выпуска труб с более толстой стенкой. Заказчик: ОАО "Челябинский трубопрокатный завод".
- ➔ Увеличение коэффициента завихрения воздушного потока, подаваемого в камеру сгорания цилиндра дизельного двигателя. Заказчик: ЗАО "ЧТЗ-Уралтрак".

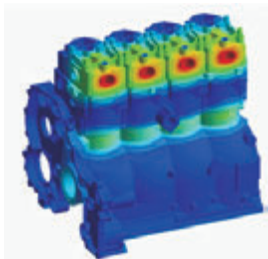


Рис. 5. Расчетная оценка тепловых напряжений картера дизельного двигателя промышленного трактора

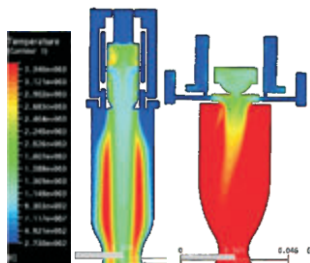


Рис. 6. Проектирование и расчет смесеобразования в ракетных двигателях

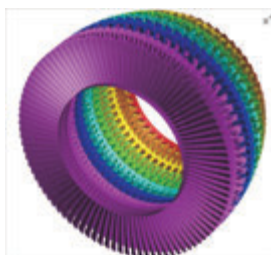


Рис. 7. Сквозной расчет шестиступенчатой турбины низкого давления

ФАКТЫ

Лаборатория суперкомпьютерного моделирования - центр коллективного пользования. Суперкомпьютеры используют:

ЮУРГУ:

15 факультетов и филиалов

42 кафедры

350 пользователей

Другие организации:

16 предприятий

88 пользователей



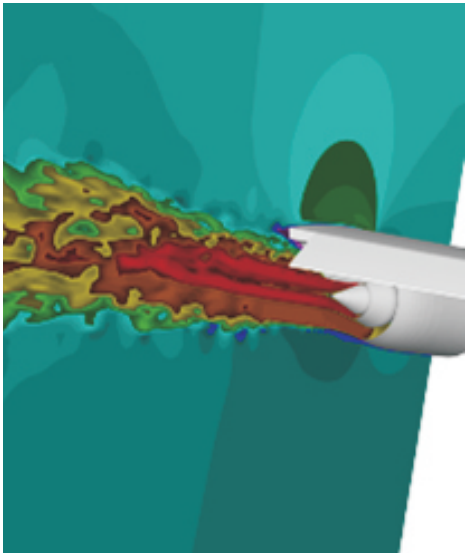


Рис. 8. Истечение сверхзвуковых струй из сопла реактивного двигателя

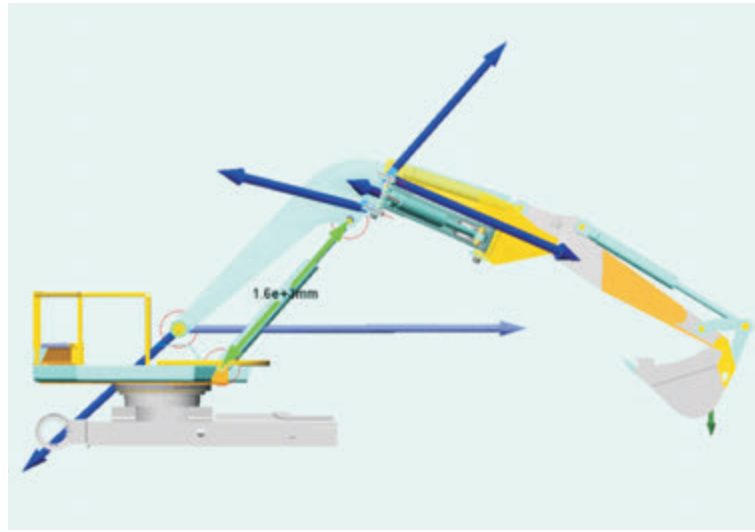


Рис. 9. Разработка миникопатора «Стрела»

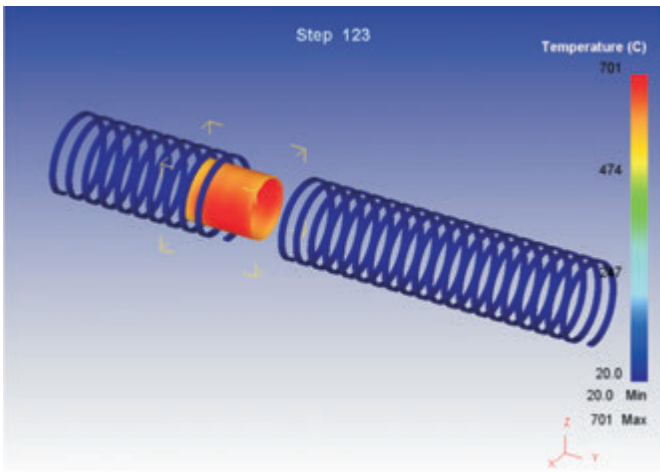


Рис. 10. Моделирование эффекта овализации труб при закалке

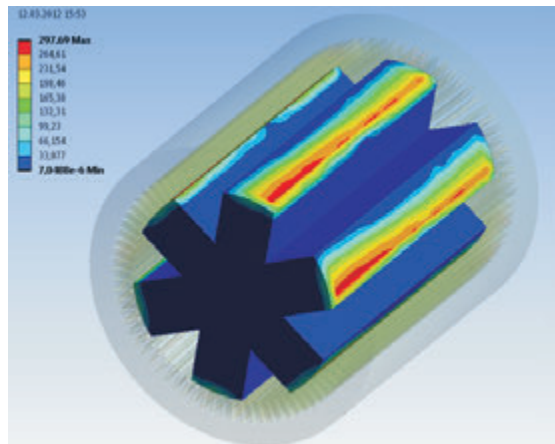


Рис. 11. Моделирование синхронной реактивной машины независимого возбуждения

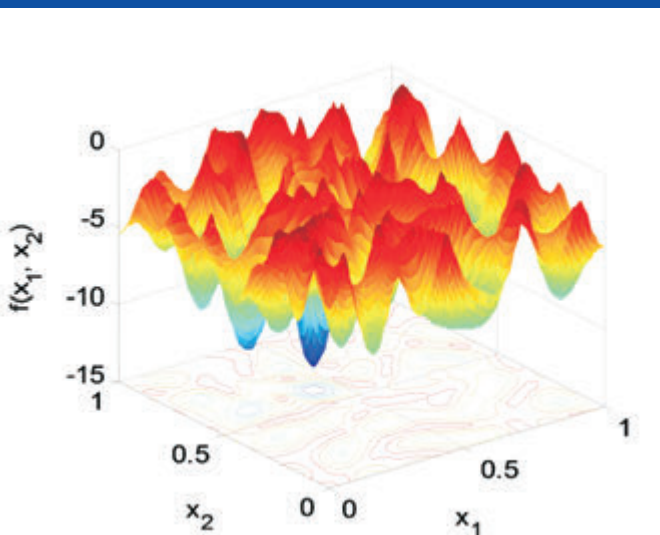


Рис. 12. Решение задач глобальной оптимизации

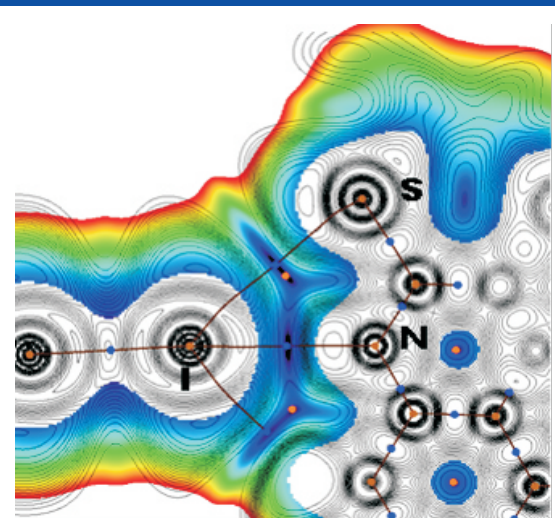


Рис. 13. Изучение пространственной организации и электронного строения функциональных материалов на основе суперкомпьютерных технологий



ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Руководитель - д.ф.-м.н. Н.Д. Кундикова

РЕЗУЛЬТАТЫ

65 млн. руб.
объем НИОКР

2 докторские
диссертации

4 кандидатские
диссертации

102 научные
статьи
в SCOPUS

102 научные
статьи
в Web
of Science

175 научных
статей
в РИНЦ

Контакты

Кундикова
Наталья Дмитриевна -
руководитель

г. Челябинск
пр. Ленина, 76, ауд. 243/
главный корпус
тел.: +7 (351) 267-90-41
decd@physicon.susu.ac.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ЛАБОРАТОРИИ

- Поиск и исследование новых оптических эффектов, связанных с проявлением спин-орбитального взаимодействия фотона.
- Поиск, создание и исследование материалов с новыми, ранее неизвестными оптическими свойствами.
- Снижение размеров объектов, которые можно наблюдать оптическими методами, поиск новых методов оптической микроскопии, основанных на использовании световых пучков с особыми свойствами.
- Определение диэлектрических, тепловых и оптических свойств объемных материалов.
- Определение оптических и структурных свойств поверхности, а также исследование влияния воздействия пучков высокой энергии на поверхностный рельеф.
- Организация курса "Экспериментальные методы в физике конденсированного состояния и оптике" для магистров и аспирантов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Разработан и экспериментально реализован новый метод оптической микроскопии, который позволяет в обычном микроскопе наблюдать объекты, размер которых в шесть раз меньше размеров объектов, которые можно наблюдать в обычном оптическом микроскопе.

- Предсказан и экспериментально обнаружен эффект проявления спин-орбитального взаимодействия фотона в свободном пространстве, который проявляется в том, что на поляризацию излучения влияет траектория, по которой свет распространяется. Для исследования эффекта разработан новый поляриметрический метод.

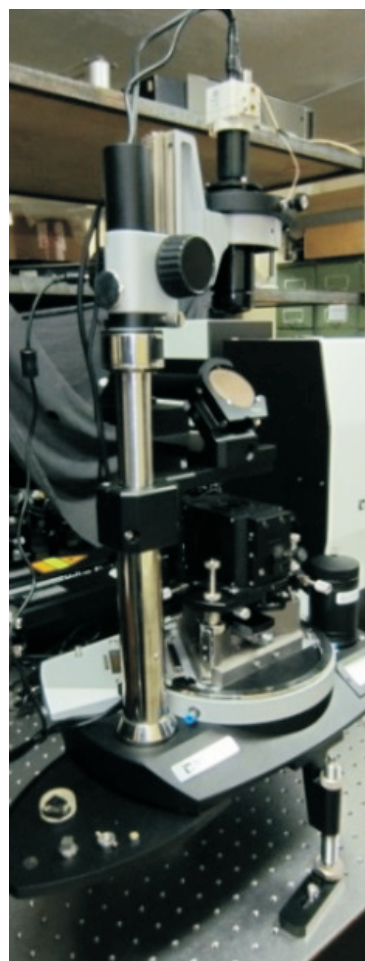


Рис. 1. Спектральное механико-оптическое устройство



Рис. 2. Комплект оптического оборудования для исследования свойств материалов лазерными методами



Рис. 3. Комплект оптического оборудования для лаборатории современных материалов



Рис. 4. Комплект оптического оборудования для лаборатории спектроскопии

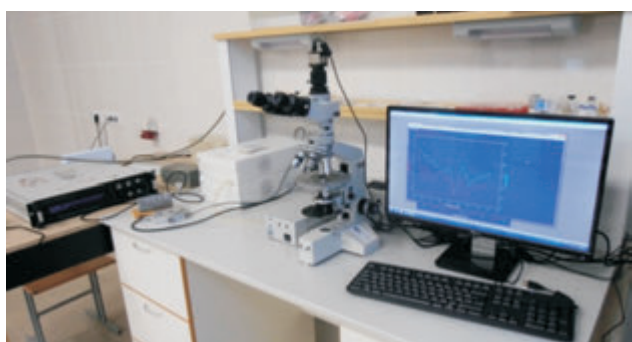


Рис. 5. Технологический комплекс для изготовления нанокompозитных матриц фотонных кристаллов оптическими методами



Рис. 6. Комплект оптического оборудования для лаборатории микроскопии



Рис. 7. Система управления и измерения параметров фемтосекундного лазера

ЛАБОРАТОРИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Руководитель - д.х.н. В.В. Авдин

РЕЗУЛЬТАТЫ

237 млн. руб.
объем
НИОКР

4 кандидатские
диссертации

70 научных
статей
в SCOPUS

70 научных
статей
в Web
of Science

236 научных
статьи
в РИНЦ

Контакты

Авдин
Вячеслав Викторович -
руководитель

г. Челябинск
пр. Ленина, 87, ауд. 207/
корпус 1А
тел.: +7 (351) 267-95-39
dekanat.xim.08@mail.ru

Web-сайт:
<http://chem.susu.ac.ru/>

ВОЗМОЖНОСТИ ЛАБОРАТОРИИ

Лаборатория позволяет решать химические проблемы практически любой производственной отрасли – от производства моющих веществ до разработок масел и топлив для современных танковых двигателей, от получения и анализа фармацевтических препаратов до наноструктурированных неорганических материалов, разрушающих сложные органические соединения, загрязняющие окружающую среду.

Приборная база лаборатории даёт возможность исследовать макрообъекты на наличие в них микро- и наноразмерных дефектов, определить структуру веществ, выяснить из каких химических элементов и соединений состоят исследуемые материалы. Кроме того, закупленное оборудование позволяет проанализировать возможность выделения газообразных веществ при разных температурах, а также вычислить срок службы полимерных материалов. Широкие возможности имеются для анализа наноразмерных объектов, изучения физико-химических характеристик и управления их свойствами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Разработана линейка новых наноструктурированных катализаторов, активность которых более чем в пять раз

превышает активность известных коммерческих аналогов производства Германии и США, позволяющих:

- получать специальные добавки к моторным топливам;
- проводить промышленно значимые синтетические реакции;
- осуществлять деструкцию трудноразлагаемых органических загрязнений.

2. Синтезировано более 250 новых элементоорганических соединений, имеющих биологическую активность. Расшифрована их структура, результаты депонированы в Кристаллографической базе данных Кембриджского университета.

3. Разработаны новые методы компьютерного моделирования для оценки свойств галогенных связей в комплексах и органических кристаллах.

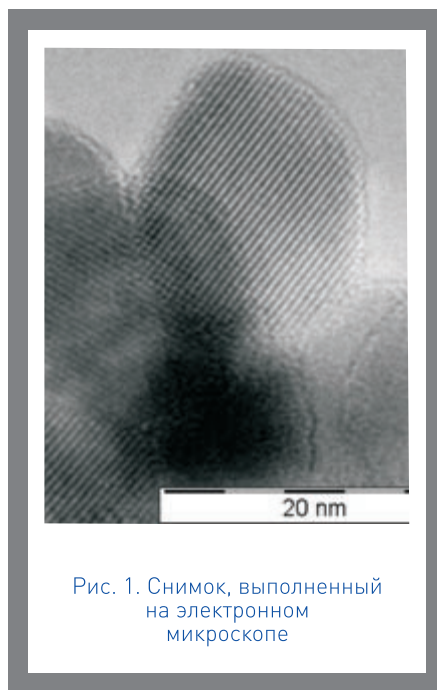


Рис. 1. Снимок, выполненный на электронном микроскопе



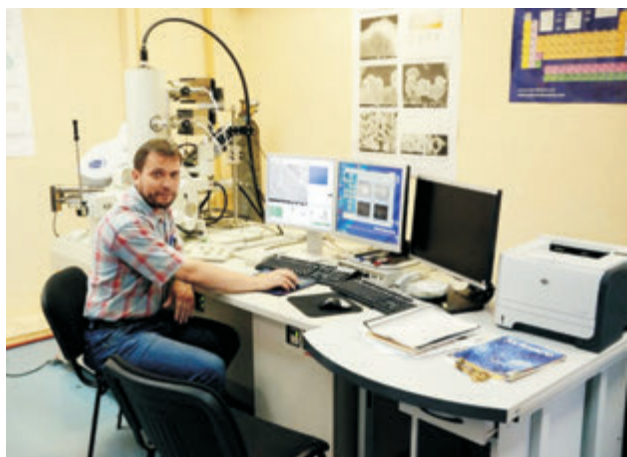


Рис. 2. Комплекс электронной микроскопии



Рис. 3. Комплекс рентгеноструктурных исследований



Рис. 4. Термоаналитический комплекс



Рис. 5. Комплексы спектрального и химического анализа







454080, г. Челябинск, пр Ленина, 76,
ауд. 823/главный корпус ЮУрГУ
тел.: +7 (351) 267-91-10, 265-59-50,
E-mail: uni@susu.ac.ru

www.susu.ac.ru