

Резолюция конференции "Аэродинамика, термодинамика, горение в ГТД и ПВРД" 23-25 июня 2015 г., Новосибирск.

В период с 23 по 25 июня 2015 г. в Новосибирском Научном Центре прошла научно-практическая конференция "Аэродинамика, термодинамика, горение в ГТД и ПВРД", посвященная современным достижениям в области газотурбинного двигателестроения и смежных отраслей. Для гостей конференции, главным образом представлявших предприятия Объединенной Двигателестроительной корпорации, 23 июня были организованы экскурсии по лабораториям и экспериментальным стендам, встречи со специалистами из следующих институтов СО РАН:

- Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева
- Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
- Институт химии твердого тела и механохимии
- Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе

Было зарегистрировано 95 участников конференции. На протяжении двух дней работы конференции было сделано 14 пленарных и 22 секционных доклада (ознакомиться с содержанием можно по ссылке <http://lees.nsu.ru/ru/node/43>).

На открытии конференции 24 июня с приветственным словом выступили:

- Зам. председателя СО РАН, академик РАН Фомин В.М.
- Ректор НГУ, проф. Федорук М.П.
- Директор ИТ СО РАН, чл.-корр. РАН Алексеенко С.В.
- Зам. министра образования, науки и инновационной политики НСО Житенко Е.Д.
- Начальник управления науки и внедрения научных разработок Мэрии г. Новосибирска Николаенко А.Л.

Пленарные доклады:

1. Управление инновационным развитием в ОДК. **Колодяжный Д.Ю.**, АО "ОДК"
2. Работы МАИ по разработке широкодиапазонных ПВРД. **Агульник А.Б.**, МАИ
3. Возможные направления развития газотурбинных двигателей - вопросы, проблемы, решения. **Мухин А.Н., Критский В.Ю., Вовк М.Ю.**, ОКБ им. А. Люльки ОАО "УМПО"
4. Состояние исследований непрерывного детонационного сжигания ТВС в проточных камерах сгорания **Быковский Ф.А., Ждан С.А.**, ИГиЛ СО РАН
5. Современные проблемы горения углеводородных и смесевых топлив и формирование экологически опасных соединений в камерах сгорания и выхлопных струях реактивных двигателей. **Старик А.М.** ЦИАМ им. П.И.Баранова
6. Бесконтактная диагностика потоков. Перспективы для задач авиационной промышленности. **Маркович Д.М., Дулин В.М., Токарев М.П.**, ИТ СО РАН
7. Импульсная гиперзвуковая аэродинамическая труба ИТ-302М ИТПМ СО РАН: возможности и перспективы. **Гольдфельд М.А., Маслов А.А., Старов А.В., Шумский В.В., Ярославцев М.И.**, ИТПМ СО РАН
8. Оптоэлектронные информационные системы для науки и промышленности. **Меледин В.Г.**, ИТ СО РАН им. С.С.Кутателадзе, ОАО «ИОИТ»
9. Многотопливные системы. Инициирование и оптимизация. **Васильев А.А.**, ИГиЛ СО РАН
10. Актуальные направления развития промышленных технологий при проектировании ГТД. **Карелин Д.В., Диденко Р.А., Бадерников А.В.** ОАО "НПО "Сатурн"

11. Опыт моделирования задач аэродинамики, теплообмена, горения и двухфазных потоков. **Дектерев А.А., Минаков А.В., Дектерев Арт.А.**, ИТ СО РАН, СФУ
12. Вихревые противоточные горелочные устройства. **Пиралишвили Ш.А.**, РГАТУ им. П.А.Соловьёва.
13. Использование структурированных микроволновых СВЧ разрядов для повышения эффективности авиационных двигателей и интерактивного управления аэродинамическими свойствами. **Мехедькин А.А.** ОАО «МРТИ РАН»
14. Микромеханика неоднородных материалов **Качанов М.Л.** Tufts University (США), СПбПУ Петра Великого

Секционные доклады:

1. Изучение пульсаций газового потока в наружном контуре авиационного двигателя ПД - 14 с помощью термоанемометра. **Лебига В.А., Фомин В.М., Пак А.Ю., Зиновьев В.Н., Иноземцев А.А., Саженок А.Н., Алексенцев А.А., Синер А.А.**, ОАО "Авиадвигатель", ИТПМ СО РАН
2. Приборное оснащение и конструкция магистрали отбора проб для анализа фракционного и химического состава нелетучих частиц в продуктах эмиссии авиационных газотурбинных двигателей. **Иноземцев А.А., Саженок А.Н., Сипатов А.М., Цатиашвили В.В., Петров А.К., Малышкин С.Б., Куйбида Л.В., Козлов А.С., Панченко М.В., Козлов В.С.** ОАО «Авиадвигатель», ИХКГ СО РАН им. В.В.Воеводского, ИОА СО РАН им. В.Е.Зуева.
3. Вопросы аэродинамики компрессоров для перспективных вертолетных ГТД **Григорьев А.В., Соловьева А.В., Галеркин Ю.Б., Рекстин А.Ф.**, ОАО «Климов», СПбПУ Петра Великого
4. Сверхширокополосная система передачи данных с использованием в качестве источников питания энергии внешней среды для САУ ГТД. **Волвенко С.В., Иванов Н.В., Лобода В.В., Макаров С.Б.**, СПбПУ Петра Великого
5. Применение электрофизических методов и средств для повышения эффективности систем зажигания ГТД. **Егоров Ю.М., Кужель О.С., Маевский В.А., Смилга В.И.** Филиал "МКБ «Горизонт» АО «НПЦ газотурбостроения «Салют»
6. Эмпирическое определение скоростей нуклеации на поверхности капель, обдуваемых воздухом. **Анисимов М.П., Бердюгина И.С., Терехов В.И., Шишкин Н.Е.**, КТИ НП СО РАН, ИТ СО РАН, НГУ
7. Разработка наноструктурированных катализаторов для использования метана в двигателестроении: горение в газовых турбинах и получение водорода как альтернативного топлива. **Исмагилов З.Р., Керженцев М.А., Яшник С.А., Шикина Н.В., Матус Е.В., Кузнецов В.В., Исмагилов И.З., Сухова О.Б.**, ИК СО РАН им. Г.К.Борескова
8. Отработка технологии испытаний модельного ПВРД с горением водорода в аэродинамической трубе. **Старов А.В., Звегинцев В.И., Внучков Д.А., Иванов И.В., Наливайченко Д.Г.**, ИТПМ СО РАН.
9. Специализированные решения на базе PIV-систем для аэрокосмической отрасли. **Ложкин Ю.А., Гобызов О.А.**, ИТ СО РАН им. С.С.Кутателадзе, ООО "Сигма-Про"
10. Аэроакустические резонансные явления в каналах перепуска существующих и перспективных ГТД. **Алексенцев А.А., Саженок А.Н., Синер А.А., Сухинин С.В.**, ОАО «Авиадвигатель», ИГиЛ СО РАН.
11. Условия возникновения акустических автоколебаний в проточной части двигателей и в камерах сгорания при истечении струи. **Курзин В.Б.**, ИГиЛ СО РАН
12. Защитные детонационные покрытия для газотурбинных двигателей. **Ульяницкий В.Ю.**, ИГиЛ СО РАН.
13. Охрупчивание материалов при усталостном подрастании коротких макротрещин **Корнев В.М.**, ИГиЛ СО РАН.

14. Плазменное нанесение жаропрочных и теплозащитных покрытий с использованием оптической системы контроля параметров дисперсной фазы. **Гуляев И.П., Долматов А.В., Картаев Е.В., Корниенко Е.Е., Кузьмин В.И., Сергачев Д.В.**, ИТПМ СО РАН
15. Взаимодействие ударной волны с пограничным слоем в ламинарном, турбулентном и переходном режимах. **Сидоренко А.А., Поливанов П.А., Маслов А.А.**, ИТПМ СО РАН.
16. Исследование нестационарных процессов в закрученных потоках КС панорамными оптическими методами. **Чижишев Л.М., Дулин В.М., Шараборин Д.К., Лобасов А.С., Маркович Д.М.**, ИТ СО РАН им. С.С.Кутателадзе, НГУ.
17. Различные режимы диффузионного горения круглой струи водорода в воздухе **Шмаков А.Г., Грек Г.Р., Козлов В.В., Коробейничев О.П., Литвиненко Ю.А.**, ИХКГ СО РАН, ИТПМ СО РАН.
18. Структура присоединённого диффузионного пламени микроструи водорода, истекающей из щелевого сопла. **Литвиненко Ю.А., Грек Г.Р., Козлов В.В., Коробейничев О.П., Шмаков А.Г.**, ИХКГ СО РАН, ИТПМ СО РАН
19. Регулирование тяги ПВРД профилированием поверхности горения топлив и их составом. **Брагунцов Е.Я., Звезгинцев В.И.**, ИТПМ СО РАН, ОАО "Институт прикладной физики".
20. Управление диффузионным горением в пристенных турбулентных потоках. **Бояршинов Б.Ф., Лукашов В.В., Терехов В.В., Федоров С.Ю.**, ИТ СО РАН, НГУ
21. Применение волоконно-оптических датчиков для измерения локальных характеристик в моделях перспективных авиационных двигателей. **Евсеев А.Р.**, ИТ СО РАН им. С.С.Кутателадзе.
22. Газотурбинный струйный двигатель. **Локотко А.В.**, ИТПМ СО РАН.

При подведении итогов многими участниками был отмечен весьма удачный формат проведения конференции "наука-производство", который позволяет сформулировать основную проблематику в отрасли и определить пути решения поставленных задач. Было принято решение сделать конференцию регулярной.

Целью конференции являлась выработка перечня тематик и последовательности НИР и ОКР по направлению "Тенденции и задачи новых топлив, интенсификации горения, развития систем интерактивного управления процессами горения топлива, газодинамическими и аэродинамическими процессами во всём тракте ГТД и ПВРД в аспекте двигателей 6-го поколения". В рамках конференции подтверждены следующие тематики и задачи фундаментальных и прикладных исследований в интересах авиадвигателестроения.

1. «Тенденции и задачи развития датчиков, каналов связи, САУ ГТД в аспекте двигателей 6-го поколения. Задачи развития испытательной, контрольной и метрологической базы Корпорации»:

- 1.1. Длительное измерение полей температуры и скорости в высокоскоростном газовом потоке тракта ГТД;
- 1.2. Измерение свойств материалов и деформаций поверхности;
- 1.3. Измерение давлений во вращающихся полостях;
- 1.4. Бесконтактное измерение полей концентрации вредных веществ (NO, NO₂, CO, C_xH_y, сажи) внутри камеры сгорания и на выходе из камеры сгорания;
- 1.5. Исследование течения в межлопаточных каналах турбин авиационных двигателей при низких числах Рейнольдса с учетом нестационарности, неравномерности потока, шероховатости профиля поверхности и точности изготовления;

- 1.6. Исследования миграции горячего газового потока в работающем двигателе;
- 1.7. Диагностический контроль прогара стенок камеры сгорания, в том числе с использованием термо-красок, средств вибро-акустического анализа;
- 1.8. Быстродействующий метод непрерывного контроля массового содержания сажи в продуктах эмиссии;
- 1.9. Измерение фракционного состава поглощающего вещества (сажи) в нанометровом диапазоне размеров частиц;
- 1.10. Определение и анализ следов эрозии элементов ГТД в составе продуктов эмиссии;
- 1.11. Разработка и создание оптических систем спектроскопии процессов горения и газовых потоков;
- 1.12. Экспериментальные и численные исследования воздействия неоднородностей в потоке на элементы ГТД, проблема обледенения;
- 1.13. Разработка и верификация трёхмерных программных комплексов, моделирующих структуры газовых потоков;
- 1.14. Разработка системы контроля горения с регистрацией NO, NO₂, CO, несгоревших углеводородов в диапазоне 20 – 2550 нм с частотой опроса 70 кГц;
- 1.15. Разработка систем контроля твёрдых частиц с размерами от 1 мкм в газовых потоках;
- 1.16. Создание специализированной аэродинамической трубы для моделирования работы двигателя в реальных условиях и верификации физико-математической модели ГТД.

2. «Тенденции и задачи новых топлив, интенсификации горения, развития систем интерактивного управления процессами горения топлива, газодинамическими и аэродинамическими процессами во всём тракте ГТД и ПВРД в аспекте двигателей 6-го поколения»:

- 2.1. Двигатели переменного цикла для перспективных ЛА с широким диапазоном режимов и скоростей полёта;
- 2.2. Широкодиапазонная, с изменяемой геометрией, камера сгорания ПВРД для ЛА с скоростью полета от Мп=1,5 до Мп=10;
- 2.3. Обеспечение уровня эмиссии ГТД менее 25 мг/нм³;
- 2.4. Интерактивное электро-физическое управление многоконтурными камерами сгорания; Интерактивное управление равномерностью (радиальной и осевой: ОКС < 10%) и интенсивностью горения. Интерактивное управление конфигурацией и параметрами факела;
- 2.5. Капельная детерминированная подача топлива. Капельное детерминированное сжигание топлива в ступенях компрессора, в камере сгорания, в турбине, в канале ГПВРД;
- 2.6. Подача криогенного топлива в зону горения через каналы охлаждения лопаток;
- 2.7. Экспериментальные методы определения предсрывного (предпомпажного) состояния компрессора;
- 2.8. Исследования течения возле сверх-гладких поверхностей с шероховатостью менее 50 нм;
- 2.9. Исследования течений в соплах при взаимодействии топливных струй;

- 2.10. Исследования зажигания (лазерное, СВЧ) обеднённых (обогащённых) топливовоздушных смесей, газо-капельных взвесей;
- 2.11. Исследования процессов горения отдельной капли размером 50 – 300 мкм;
- 2.12. Обогащение топлива порошковыми присадками;
- 2.13. Исследования электромагнитного управления турбулентностью при обтекании лопаток;
- 2.14. Исследования обогащения топлива, в том числе за счет перевода в сверхкритическое состояние.
- 2.15. Исследования обогащения топлива в термохимических реакторах, утилизирующих тепло двигателя;
- 2.16. Совмещённая камера сгорания и турбина с подачей криогенного топлива через перфорацию лопаток;
- 2.17. Технологии получения водорода, в том числе плазменные;
- 2.18. Мембранные технологии разделения газов;
- 2.19. Адсорбционные технологии концентрированного хранения водорода, кислорода;
- 2.20. Методы конверсии топлива;
- 2.21. Сжигание синтез-газа в коронарном разряде;
- 2.22. Увеличение детонационных свойств топлива за счёт присадок металлического нано-алюминия;
- 2.23. Спиновые детонационные камеры сгорания;
- 2.24. Эффект теплогазоаэродинамического взаимодействия топливных струй в организованных вихревых зонах;
- 2.25. Комплекс экспериментальных установок для исследований камер сгорания ГПВРД, высокотемпературных материалов, систем подачи горючего и смесеобразования, отработки методик и средств измерений в сверхзвуковых высокотемпературных потоках;
- 2.26. Использование криогенного топлива для охлаждения турбинных лопаток;
- 2.27. Сжигание топлива в сверхкритическом состоянии;
- 2.28. Новые виды авиационного топлива;
- 2.29. Определение оптимальных условий для выделения энергии с минимальным загрязнением окружающей среды. Сжигание топлива без образования NOx;
- 2.30. Подача топлива через перфорацию лопаток;
- 2.31. Продувка новых профилей лопаток компрессора в аэродинамических трубах при различных углах атаки в диапазоне скоростей $M=0,2-0,8$. Определение зарождения срывных явлений оптическими методами. Выявление факторов, определяющих срыв. Разработка и верификация трёхмерных программных комплексов, моделирующих срывные явления;
- 2.32. Разработка мотогондол с оптимальными аэродинамическими характеристиками;
- 2.33. Численные и экспериментальные исследования нестационарной аэродинамики и теплообмена в сложных геометриях, при наличии процессов горения: лабораторное моделирование (в том числе в условиях, приближенных к реалистичным), измерения в натуральных условиях;

- 2.34. Детонационное напыление защитных покрытий на детали ГТД.
- 3. «Тенденции и задачи полного математического моделирования и суперкомпьютинга ГТД и ПВРД в аспекте двигателей 6-го поколения»:**
- 3.1. Моделирование кинетики процессов горения и виброакустической неустойчивости;
 - 3.2. Создание базового программного обеспечения (аэродинамика, прочность, теплообмен, горение) с учетом исключения недостатков существующего расчетных схем коммерческого ПО;
 - 3.3. Разработка и верификация моделей горения, включая кинетические механизмы химических реакций;
- 4. «Развитие ГТД, как технической системы. «Электрический» ГТД – назревший этап её эволюции в аспекте двигателей 6-го поколения»:**
- 4.1. Интерактивное адаптивное управление турбулентностью в тракте ГТД;
 - 4.2. Регулируемое рекуперативное использование топлива в системах подогрева/охлаждения;
 - 4.3. Регулируемая, независимо от оборотов турбины, подача топлива при оптимальном давлении перед форсунками, через управление числом работающих форсунок.
 - 4.4. Прецизионно регулируемая, капельная детерминированная подача топлива;
 - 4.5. Интерактивное электромагнитное управление плазмой в многоконтурных камерах сгорания;
 - 4.6. Методы стабилизации пламени в высокоскоростном потоке;
 - 4.7. Физико-химические методы интенсификации горения;
 - 4.8. Интерактивное управление газодинамикой и горением;
 - 4.9. Эффективные методы зажигания топливовоздушной смеси;

Сопредседатели конференции:

Ректор НГУ, проф., д.ф.-м.н.

Федорук М.П.

Зам. ген. директора АО «ОДК», к.т.н.

Колодяжный Д.Ю.

Директор ИТ СО РАН, зав. каф. НГУ, чл.-корр. РАН

Алексеев С.В.

Рабочая группа:

Декан, зав. каф. МАИ, проф., д.т.н.

Агульник А.Б.

Зам. директора ИТ СО РАН, чл.-корр. РАН, проф.

Маркович Д.М.

Руководитель проектов АО «ОДК»

Шамрай Ф.А.