

**Восьмая Всероссийская конференция  
“Внутрикамерные процессы и горение  
в установках на твёрдом топливе  
и в ствольных системах”  
(ICOS'2014)**

**Россия, Москва, 24-26 сентября 2014 г.**

**Сборник трудов**

**Ижевск 2014**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ГОРЕНИЮ И ВЗРЫВУ ПРИ ПРЕЗИДИУМЕ РАН  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ РАКЕТНЫХ И АРТИЛЛЕРИЙСКИХ НАУК

ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН  
ОАО «КОРПОРАЦИЯ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕПЛОТЕХНИКИ»  
ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.Т. КАЛАШНИКОВА  
БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА  
ФГУП «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДВОЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «СОЮЗ»  
ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РАН им. Н.Н. СЕМЕНОВА  
ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РВСН имени ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СПЛАВ»  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ИСКРА»

---

**ВОСЬМАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ВНУТРИКАМЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ГОРЕНИЕ  
В УСТАНОВКАХ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ  
И В СТВОЛЬНЫХ СИСТЕМАХ»  
(ICOS'2014)**

Россия, Москва, 24-26 сентября 2014 г.

Сборник трудов

Ижевск 2014

УДК 536.8+544.3+621.454.3

**Восьмая Всероссийская конференция «Внутрикамерные процессы и горение в установках на твердом топливе и ствольных системах» (ICOS'2014).** Россия, Москва, 24-26 сентября 2014 г.: сборник трудов. Ижевск : ИМ УрО РАН, 2014. 352 с.

**СОПРЕДСЕДАТЕЛИ ОРГКОМИТЕТА КОНФЕРЕНЦИИ:**

А.М. ЛИПАНОВ, Ю.С. СОЛОМОНОВ, Ю.М. МИЛЕХИН

**УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ КОНФЕРЕНЦИИ:**

М.А. КОРЕПАНОВ

**НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:**

В.Е. ФОРТОВ, А.А. БЕРЛИН, Г.В. САКОВИЧ, Г.Б. МАНЕЛИС, М.И. СОКОЛОВСКИЙ, Ю.В. ПОЛЕЖАЕВ, Н.Н. СМИРНОВ, В.Ю. МЕЛЕШКО, М.Б. ГЕНЕРАЛОВ, Л.В. ЗАБЕЛИН, В.Е. ЗАРКО, Ю.В. ФРОЛОВ, И.Б. БОГОРЯД, Н.А. МАКАРОВЕЦ, Б.В. НОВОЖИЛОВ, А.А. ГЛАЗУНОВ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ:**

И.Г. АССОВСКИЙ (Москва), В.А. БАБУК (Санкт-Петербург), Б.Э. КЭРТ (Санкт-Петербург), В.Н. МАРШАКОВ (Москва), С.Д. ВАУЛИН (Челябинск), Б.И. ЛАРИОНОВ (Москва), Г.Я. ПАВЛОВЕЦ (Москва), Д.А. ЯГОДНИКОВ (Москва), В.Ф. ЗАХАРЕНКОВ (Санкт-Петербург), В.Н. ЕМЕЛЬЯНОВ (Санкт-Петербург), А.В. АЛИЕВ (Ижевск), И.Г. РУСЯК (Ижевск), М.В. СИЛЬНИКОВ (Санкт-Петербург), А.Г. КНЯЗЕВА (Томск), Э.Р. ШРАГЕР (Томск), В.П. ГЕОРГИЕВСКИЙ (МОСКВА)

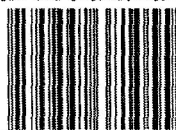
**ПУБЛИКАЦИОННАЯ КОМИССИЯ:**

ЛИПАНОВ А.М. (председатель), АЛИЕВ А.В., КОРЕПАНОВ М.А.

ISBN 978-5-89238-105-5

© ИМ УрО РАН, 2014

ISBN 978-5-89238-105-5



9 785892 381055

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АЛЕКСАНДР ДАВИДОВИЧ НАДИРАДЗЕ.....</b>	<b>3</b>
<i>Алиев А.В.</i> <b>МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И АНАЛИЗ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВНУТРИКАМЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА.....</b>	<b>7</b>
<i>Ассовский И.Г., Берлин А.А., Милёхин Ю.М.</i> <b>О ДВУХФАЗНЫХ ПОТЕРЯХ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ.....</b>	<b>21</b>
<i>Бабук В.А., Низяев А.А.</i> <b>РОЛЬ ПРОЦЕССА ЭВОЛЮЦИИ АГЛОМЕРИРУЮЩИХ ЧАСТИЦ ПРИ ГОРЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ СМЕСЕВЫХ ТВЁРДЫХ ТОПЛИВ.....</b>	<b>24</b>
<i>Болкисев А.А.</i> <b>ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СТРУКТУРЫ СТТ И АНАЛИЗУ ПРОЦЕССА АГЛОМЕРАЦИИ.....</b>	<b>36</b>
<i>Брауэр Г.Б.</i> <b>НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА МЕХАНИЗМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ «ТВЕРДОГО ПЛАМЕНИ».....</b>	<b>42</b>
<i>Бурдюгов С.И.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТВЕРДОГО ОСТАТКА ТЕРМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ РДТТ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ФИБРОБЕТОНАХ.....</b>	<b>50</b>
<i>Ваулин С.Д., Карташнев А.Л., Карташова М.А.</i> <b>ПРОФИЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ СОПЕЛ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С МНОГОФАЗНЫМ РЕАГИРУЮЩИМ РАБОЧИМ ТЕЛОМ ПРИ НАЛИЧИИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ.....</b>	<b>56</b>
<i>Волков К.Н., Емельянов В.Н., Тетерина И.В.</i> <b>ДВИЖЕНИЕ И ГОРЕНИЕ МЕТАЛЛ-ОКСИДНЫХ АГЛОМЕРАТОВ В ПОТОКЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА.....</b>	<b>62</b>
<i>Дегтярь В.Г., Биткин С.А., Зезин В.Г., Ковардаков Ю.П.</i> <b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРИБАЛЛИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РДТТ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИН АВАРИЙНОГО РАЗРУШЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ВЫХОДЕ НА РЕЖИМ В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ.....</b>	<b>75</b>

<i>Дементьев В.Б., Иванова Т.Н.</i> <b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ШЛИФОВАНИИ.....</b>	83
<i>Емельянов В.Н., Яковчук М.С.</i> <b>МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАБОТЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ВЕКТОРОМ ТЯГИ ВДУВОМ В ЗАКРИТИЧЕСКУЮ ЧАСТЬ СОПЛА.....</b>	91
<i>Иванова Т.Н. Дементьев В.Б.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ПЛОСКИХ ДЕТАЛЯХ.....</b>	105
<i>Карнов А.И., Королев С.А., Карсканов С.А.</i> <b>ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ВНЕШНЕГО ОБТЕКАНИЯ СНАРЯДА НА ТРАЕКТОРИИ.....</b>	111
<i>Карнов А.И., Шаклеин А.А.</i> <b>ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ ПО ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА.....</b>	121
<i>Князева А.Г., Зарко В.Е.</i> <b>ИНИЦИИРОВАНИЕ ВЗРЫВНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СМЕСИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ КОРОТКИМ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСОМ В УСЛОВИЯХ СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛООБМЕНА.....</b>	129
<i>Копысов С.П., Кузьмин И.М., Тонков Л.Е., Чернова А.А.</i> <b>ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СОПРЯЖЕННОЙ ЗАДАЧИ О НЕСТАЦИОНАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НЕСИММЕТРИЧНОГО ОТРЫВНОГО ТЕЧЕНИЯ С ДЕФОРМИРУЕМЫМ СВЕРХЗВУКОВЫМ СОПЛОМ.....</b>	137
<i>Корепанов М.А., Груздь С.А.</i> <b>ТЕЧЕНИЯ С КОНДЕНСАЦИЕЙ В СОПЛАХ.....</b>	143
<i>Корепанов М.А., Еремин В.Н., Шаклеин А.А.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТОКА ГАЗА С МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ВОДНОЙ СТРУЕЙ.....</b>	152
<i>Королева М.Р., Савельева Е.А.</i> <b>ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ В ПЛОСКОМ ПОТОКЕ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ.....</b>	159

<i>Краснобаев Ю.А., Мелешко В.Ю., Куликова Т.Л., Закариев Г.З.</i> РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ СЖИГАНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	165
<i>Краснобаев Ю.А., Мелешко В.Ю., Павловец Г.Я., Куликова Т.Л.</i> РЕГЕНЕРАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	175
<i>Кэрт Б.Э., Знаменский Е.А., Павлов Я.О.</i> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО ВЫСТРЕЛА КАК МНОГОПОЛОСТНОГО ПИРОМЕХАНИЗМА.....	185
<i>Ларионов Б.И., Брыков Н.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРЕ РДТТ НА КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ УЧАСТКЕ РАБОТЫ С УЧЁТОМ ИНЕРЦИОННОСТИ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ.....	188
<i>Липанов А.М., Визин А.В., Русяк И.Г., Суфиянов В.Г.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЙ ПРОЦЕССА ВЫСТРЕЛА И ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ СИСТЕМ.....	194
<i>Липанов А.М., Вахрушев А.В., Федотов А.Ю.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.....	213
<i>Лошкарев А.Н., Нурмухаматов Т.Ф.</i> БАЛЛИСТИКА КОМБИНИРОВАННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	221
<i>Маслов М.Л., Дементьев В.Б.</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ПРОЦЕССА ВТМО ВИНТОВЫМ ОБЖАТИЕМ.....	225
<i>Мелешко В.Ю., Закариев Г.З., Краснобаев Ю.А., Павловец Г.Я., Златкина В.Л., Константинова М.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧАЕМОГО ПРИ СЖИГАНИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ ЗАРЯДОВ.....	231
<i>Милёхин Ю.М., Гусев С.А., Эйхенвальд В.Н., Гордиенко Н.П.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВНУТРИБАЛЛИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РДТТ.....	237



<i>Мионов А.Н.</i> ПРОЦЕССЫ В РАЗРЕЗНЫХ И РАЗДВИЖНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ СОПЛАХ....	240
<i>Петров В.Г., Стомпель С.И., Буков В.А.</i> ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ДИОКСИНОВ В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ КОМПЛЕКСОВ ПО ТЕРМИЧЕСКОМУ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ОТХОДОВ.....	250
<i>Прозорова Э.В.</i> ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИИ ДЛЯ МЕХАНИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ.....	254
<i>Сальников А.Ф., Петрова Е.Н., Кашина И.А.</i> МЕТОДИКА ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ НОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	264
<i>Сеплярский Б.С., Кочетков Р.А., Рубцов Н.М.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГОРЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ И ГРАНУЛИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ Ni +Al НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ.....	272
<i>Сеплярский Б.С., Кочетов Н.А., Кочетков Р.А.</i> ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА СКОРОСТЬ ГОРЕНИЯ ПРЕССОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ И ОБРАЗЦОВ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ ИЗ СМЕСИ Ni-Al.....	276
<i>Сеплярский Б.С., Тарасов А.Г., Кочетков Р.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ГОРЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ И ГРАНУЛИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al В ПОТОКЕ АКТИВНОГО И ИНЕРТНОГО ГАЗОВ.....	280
<i>Сермягин К.В., Шаталов Д.Д.</i> РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ВЫСТРЕЛОВ.....	283
<i>Струнин В.А.</i> ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛОВ НА БАЛЛИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.....	293
<i>Тринеева В.В., Кодолов В.И., Липанов А.М.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛУГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ.....	304

<i>Шабунин А.И., Хрисанфов М.В., Емельянов В.И., Сарабьев В.И., Калинин С.В., Валеев В.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРВИЧНОГО ГОРЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО ГОРЮЧЕГО ДЛЯ РАКЕТНО-ПРЯМОТОЧНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	311
<i>Шестаков И.А., Вахрушев А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОДЪЕМНОЙ СИЛЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ.....	318
<i>Шумихин А.А., Карпов А.И.</i> ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИОННОГО ПЛАМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LES И DNS МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ.....	327
<i>Шушков А.А., Вахрушев А.В., Федотов А.Ю., Гурьянова Н.В., Шушков А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА, ОБРАБОТАННОГО ЛАЗЕРНЫМ СПЕКАНИЕМ.....	339
СОДЕРЖАНИЕ.....	347