

ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ

Выпуск 5

Под общей редакцией
д.ф.-м.н. С. М. Фролова

ТОРУС  ПРЕСС
МОСКВА 2012

Редакционная комиссия

С. М. Фролов (председатель),

А. А. Борисов, Б. С. Ермолаев, А. Г. Истратов, А. А. Сулимов, В. А. Тесёлкин

ББК 24.54

Г 67

УДК 621.43:621.499:662.612.3

Г 67 Горение и взрыв. Выпуск 5 / Под общей ред. д.ф.-м.н. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2012. — 510 с.: ил.

ISBN 978-5-94588-109-9

В сборнике представлены краткие научные сообщения и материалы дискуссии «Актуальные задачи, процессы и объекты исследований по горению и взрыву» на научной конференции Отдела горения и взрыва Учреждения Российской академии наук Института химической физики им. Н. Н. Семенова РАН. Представленные научные работы связаны с такими направлениями фундаментальных исследований, как физика горения и взрыва, прикладная математика и газовая динамика, термодинамика, термохимия, нанотехнология, химическая технология, энергетика и др. Кроме того, в рубрике «Научная публицистика» опубликованы статьи о принципах управления научно-исследовательскими работами через систему государственных фондов поддержки науки и о перспективах науки в России.

Сборник рассчитан на научных работников, инженеров и аспирантов, занимающихся вопросами горения и взрыва и смежными проблемами, а также на студентов старших курсов технических вузов соответствующих специальностей.

ББК 24.54

ISBN 978-5-94588-109-9

© ТОРУС ПРЕСС, 2012

Книга выпущена при частичной финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(проект 11-08-01700 э.г)

Предисловие

В сборнике «Горение и взрыв» публикуются материалы ежегодной научной конференции отдела горения и взрыва Учреждения Российской академии наук Института химической физики им. Н. Н. Семенова РАН (ИХФ РАН). Конференция была посвящена 70-летию отдела, сотрудники которого внесли большой вклад в развитие и становление отечественной и мировой науки и техники. Как и ранее [1–4], в конференции приняли участие не только сотрудники ИХФ РАН, но и специалисты из других российских научных центров (ИНЭПХФ РАН, ИПХФ РАН, ИОХ РАН, ИАП РАН, ИНС РАН, ИСМАН, ИБХ РАН, ИФХЭ РАН, ИХКиГ СО РАН), научно-производственных организаций (ЦАГИ, ОАО ГосНИИ «Кристалл», ФГУП «ЦИАМ им. П. И. Баранова», ФГУП «ФЦДТ «Союз», ФХИ им. Л. Я. Карпова, ФГУП ВНИИПО МЧС России, НИИ органических полупродуктов и красителей, ОАО «Государственный научно-исследовательский институт машиностроения им. В. В. Бахирева», ВНИИАЭС, ООО «Научно-исследовательский центр Сименс») и высших учебных заведений (МГТУ, МФТИ(ГУ), НИЯУ МИФИ(ГУ), РХТУ, МИТХТ, ТулГУ, ВлГУ, СамГТУ), а также из научных институтов и зарубежных компаний: Национальной академии наук Беларуси (ИТМО НАН Беларуси и ИФ НАН Беларуси), Европейского Союза (AVL List GmbH (Австрия), The Institut Pprime (CNRS — Universite de Poitiers — ENSMA, Франция), Сименс АГ (Германия)), Республики Корея (Chosun University), КНР (University of Science and Technology of China) и США (The Dow Chemical Company).

Все материалы, публикуемые в пятом выпуске сборника, прошли через процедуру научного рецензирования и тщательно отредактированы редакционной комиссией. Содержание выпуска в полной мере отражает круг научных интересов отдела горения и взрыва ИХФ РАН. Материалы конференции сгруппированы в сборнике в виде частей, посвященных вопросам горения и детонации газов (Часть 1), гетерогенных (Часть 2) и конденсированных (Часть 3) систем, а также пленарной дискуссии (Часть 4). В пятом выпуске сборника продолжается рубрика «Научная публицистика» (Часть 5).

Часть 1 посвящена вопросам горения и детонации газов.

Беляев А. А. и др. на основе решения задачи о структуре плоского ламинарного пламени создали базу данных для характеристик ламинарного горения гомогенных воздушных смесей метан – водород – водяной пар в широком диапазоне начальной температуры (до 800 К), давления (до 40 атм), коэффициента избытка горючего (от 0,7 до 1,5), начального содержания водяного пара (до 0,6) и содержания водорода в горючем (до 0,2). Приведены фрагменты таблиц для скорости ламинарного пламени, а также для концентрации быстрого NO и максимальной концентрации CO в зоне горения.

Лосик Е. С. и др. провели сравнение задержек самовоспламенения метановоздушных смесей, измеренных в экспериментах на ударных трубах и в машинах быстрого сжатия, с расчетными значениями, полученными с использованием детальных кинетических механизмов (ДКМ) GRI и Коннова. Показано, что расчеты по механизму GRI лучше согласуются с экспериментальными данными при высоких температурах, тогда как при низких температурах более приемлемые результаты дает механизм Коннова.

Лещевич В. В. и Пенязков О. Г. провели измерения задержек самовоспламенения неразбавленных воздушных смесей метана и водорода в установке быстрого сжатия при температурах 900–1200 К и обнаружили большой разброс экспериментальных данных, вызванный, по мнению авторов, газодинамическими и другими факторами.

Басевич В. Я. и др. впервые провели численное моделирование самовоспламенения и горения гомогенных и гетерогенных (капельных) смесей тяжелых углеводородных горючих (н-гептана и н-декана) с воздухом без добавок и с добавками водорода с применением ДКМ окисления горючего. Показано, что реакционная способность у смесевых водородсодержащих горючих не всегда выше, чем у чистых углеводородных горючих. Этот факт следует иметь в виду при обсуждении перспектив использования смесевых составов с добавлением водорода.

Арутюнов В. С. и др. провели экспериментальные исследования влияния добавок водорода на нижний концентрационный предел воспламенения метановоздушных смесей при температурах до 300 °С и давлениях до 10 атм. Показано, что добавки водорода ока-

зывают некоторое влияние на предельную область нижнего концентрационного предела. В условиях повышенных начальных давлений и температур взрывоопасность таких смесей возрастает.

Борисов А. А. и др. провели экспериментальные исследования влияния добавок водорода на самовоспламенение богатых кислородных смесей попутных нефтяных газов (ПНГ), используя статическую установку перепускного типа. Эксперименты проводились при давлениях от 1,5 до 3 атм при температурах от 300 до 533 °С. Показано, что добавки водорода могут приводить к повышению температуры самовоспламенения ПНГ.

Титова Н. С. и др. провели сравнение расчетных и экспериментальных данных по задержкам воспламенения, скорости ламинарного пламени, изменению концентраций компонентов в проточном реакторе и в пламени, стабилизированном над плоской горелкой, для гомогенных смесей бензола с воздухом, используя разработанный авторами ДКМ окисления и горения бензола. Особое внимание обращено на механизм образования полиароматических молекул (нафталин, фенантрен, пирен), которые являются прекурсорами сажевых частиц.

Басевич В. Я. и др. построили новый неэмпирический детальный механизм окисления и горения алкановых углеводородов — ундекана, додекана, тридекана, тетрадекана, пентадекана и гексадекана. Важнейшая особенность механизма — проявление стадийности в виде холодных и голубых пламен при низкотемпературном самовоспламенении. Получено удовлетворительное согласие между опытными и расчетными данными.

Азатян В. В. и др. приводят данные, показывающие доминирующую роль конкуренции размножения и гибели активных промежуточных частиц в формировании критических условий распространения пламени как при низких, так и при высоких начальных температурах.

Коробейничев О. П. и др. представили новейшие результаты по применению молекулярно-пучковой масс-спектрометрии для изучения химии горения биотоплив, механизма действия антипиренов и образования наночастиц в пламени.

Николаев В. М. и Шмелев В. М. провели экспериментальное исследование воспламенения биогаза (смесей CH_4 и CO_2) в воздухе с последующей конверсией в синтез-газ, используя модельный

реактор на основе баллистической установки импульсного сжатия со свободным поршнем.

Шатан И. Н. и др. применили метод диагностики оптических неоднородностей, основанный на эффекте Тальбота, для получения экспериментальных данных по пространственным распределениям концентрации горючего в турбулентных осесимметричных струях метана и распределениям плотности по сечению реагирующих струй.

Агафонов Г. Л. и др. провели экспериментальные и расчетные исследования влияния добавок пентакарбонила железа (ПКЖ) на образование частиц сажи при пиролизе смесей пропана с аргоном за отраженными ударными волнами. Показано, что наночастицы железа, возникающие в процессе термического разложения ПКЖ, могут служить зародышами для образования частиц сажи.

Медведев С. Н. и др. создали уникальную базу данных для расчета функций распределения сажевых частиц по размерам применительно к двигателям внутреннего сгорания (ДВС). База данных оформлена в виде таблиц и может использоваться в многомерных расчетах рабочего процесса. В работе представлено краткое описание базы данных и приведен пример ее применения в трехмерном расчете рабочего процесса дизеля.

Авдеев К. А. и др. предложили модель коагуляции дымовых частиц в выпускной системе поршневого двигателя, включающую три механизма: броуновский, турбулентный диффузионный и турбулентный кинетический. Расчеты показали, что процесс коагуляции оказывает значительное влияние на средний размер дымовых частиц в выходном сечении выпускной системы (средний диаметр может увеличиться почти на порядок), а доминирующим механизмом коагуляции частиц в выпускной системе дизеля является броуновский механизм.

Иванов В. С. и др. применили модель турбулентного горения, недавно разработанную в ИХФ РАН, для массивно-параллельных расчетов рабочего процесса в поршневом двигателе с искровым зажиганием. В отличие от других существующих моделей турбулентного горения новая модель учитывает важнейшие особенности протекания химических реакций в пламени и в объеме: в пламени реакции протекают при наличии тепловых и диффузионных потоков, а в объеме основную роль играют реакции зарождения цепей.

Шмелев В. М. исследовал теоретически и экспериментально пределы устойчивого поверхностного горения богатых метановоздушных смесей в горелочных устройствах с объемной проницаемой матрицей (ПМ), используемых в качестве генераторов синтез-газа. Показано, что применение ПМ позволяет расширить пределы горения богатых смесей до коэффициента избытка воздуха 0,35.

Шаповалова О. В. и др. провели экспериментальное исследование окислительной конверсии биогаза при его горении в трехмерной ПМ в условиях запятого инфракрасного (ИК) излучения. Продемонстрирована возможность конверсии биогаза в синтез-газ в широком диапазоне изменения его состава (от 5% до 50% CO_2 в смеси с CH_4).

Арутюнов В. С. и др. разработали технологию селективного окислительного крекинга тяжелых компонентов ПНГ в более легкие высокооктановые соединения, позволяющую более широко использовать ПНГ и сырые природные газы малодобитных месторождений для собственного энергоснабжения промыслов и значительно снизить объем факельного сжигания газа. Новая технология не требует применения катализаторов, адсорбентов или каких-либо других расходных материалов, а также затрат энергии на компримирование газа или его охлаждение.

Дубровский А. В. и др. предложили термическое уравнение состояния для аммиака — одного из важнейших продуктов химической промышленности, широко используемого для производства взрывчатых веществ (ВВ), компонентов ракетных топлив и др., а также для каталитической нейтрализации оксидов азота. Уравнение состояния обеспечивает хорошую точность расчета p - V - T данных (не хуже 1,5%) при давлениях до 500 атм и температурах от 500 до 750 К.

Максимова О. Г. и др. численно решали задачу об инициировании детонации водородно-воздушной смеси при столкновениях полусферических ударных волн, генерируемых источниками, равномерно распределенными на плоскости.

Ермолаев Б. С. и др. провели численное моделирование горения и детонации водородно-воздушных смесей в инертных пористых засыпках. Показано, что одномерная модель воспроизводит основные свойства и закономерности процесса, наблюдаемые в эксперименте.

Зангиев А. Э. и др. провели многомерные численные расчеты нестационарного газодинамического течения в тракте импульсного детонационного двигателя (ИДД), работающего на газообразном пропане, и его обтекания в условиях сверхзвукового полета с числом Маха 3 на высоте 8, 9,3, 12, 16, 18 и 20 км. В расчетах показана возможность высокочастотного (50 Гц) циклического рабочего процесса с зажиганием горючей смеси слабым источником (0,1 Дж) и переходом горения в детонацию (ПГД). Показано, что удельный импульс ИДД приблизительно составляет 1600–1800 с и монотонно уменьшается с ростом высоты полета.

Власенко В. В. и Ширяева А. А. провели численные исследования физических процессов в модельном однокамерном ИДД бесклапанной схемы, работающем на газообразном водороде, и оценили влияние этих процессов на характеристики двигателя в условиях сверхзвукового полета с числом Маха 3 на высоте 21 км. Показано, что, изменяя конструкцию ИДД и его размеры, можно получить значение удельного импульса 1350 (при учете вязкого трения) и 2100 с (без учета вязкого трения).

Дубровский А. В. и др. представили результаты трехмерного численного моделирования непрерывной детонации стехиометрической водородно-воздушной смеси в проточной кольцевой камере сгорания с наружным диаметром 306 мм, длиной 665 мм и шириной 23 мм. Смесь в камеру сгорания подавалась через кольцевую щель и через многочисленные радиальные отверстия в наружной стенке. Расчеты показали, что применяемая расчетная методика позволяет определить область существования детонации в камере, которая оказалась близкой к известным экспериментальным результатам.

Часть 2 посвящена вопросам горения и детонации гетерогенных систем.

Аксенов В. С. и др. спроектировали, изготовили и наладили работу многофазного гидродинамического контура и системы регистрации, а также провели проверочные эксперименты с использованием уникального рентгеновского визуализирующего устройства (РВУ) и параллельного контроля точности расхода компонентов трехфазного потока «вода – дизельное топливо – воздух» с помощью прецизионных расходомеров. Первичные экспериментальные исследе-

дования показали, что РВУ — надежный и точный инструмент для изучения характеристик многофазных течений.

Фролов С. М. и др. модифицировали метод пробных частиц — метод, наиболее часто используемый для многомерного моделирования двухфазных струйных течений, — чтобы уменьшить «сеточную» зависимость результатов расчетов смесеобразования в ДВС с прямым впрыском топлива и в дизелях. Авторами предложен и всесторонне проверен новый метод распределенных пробных частиц, который существенно уменьшил сеточную зависимость результатов расчетов.

Басевич В. Я. и др. разработали новую вычислительную программу, позволяющую проводить расчеты рабочего процесса в ДВС с дизельным, смешанным газодизельным и другими циклами. Важнейшие особенности программы — возможность использования как глобальных кинетических механизмов, так и ДКМ окисления горючего и образования вредных веществ и учет влияния коллективных эффектов при самовоспламенении и горении плотных капельных газозвесей в условиях переменного объема камеры сгорания. Приведено несколько расчетных примеров, демонстрирующих возможности вычислительной программы.

Игнатенко Д. Г. и др. представили результаты экспериментов по взаимодействию горящих насыпок микрочастиц железа размером от 45 до 250 мкм с подложками из нержавеющей стали в атмосфере кислорода при давлении до 20 бар. Исследовались насыпные образцы в форме узкой дорожки, дорожки в наклонном желобе, имитирующем участок трубопровода с уклоном, а также образцы в форме диска, моделирующие большие отложения частиц. Полученные результаты важны для оценки рисков пожаров и взрывов в газопылевых системах.

Сторожев В. Б. и Ермаков А. Н. теоретически исследовали эволюцию фазового и газового состава системы при сгорании предварительно подготовленных гомогенных смесей Al–H₂O. Показано, что при сгорании алюминия в водяном паре можно выделить две стадии тепловыделения: быструю и медленную. На медленной стадии происходит образование частиц к-фазы, причем сначала образуются зародыши, а затем на них происходит конденсация Al₂O₃.

Зенин А. А. и др. экспериментально и теоретически изучали промотирующее действие пленок жидкометаллической эвтектики In–Ga–Sn, нанесенных на образцы алюминия, на окисление металла в водной среде. Дано количественное описание процесса окисления поликристаллических блоков алюминия, обработанных промотором In–Ga–Sn. Найденные скорости распространения волн окисления по кристаллам активированного алюминия и межкуристаллическим промежуткам позволяют рассчитывать скорости выделения водорода в этих условиях в блоках алюминия различной кристаллической структуры.

Крупкин В. Г. и Мохин Г. Н. решали задачу о зажигании заостренного тела клинообразной формы с произвольным углом при вершине и постоянной температурой поверхности. Показано, что условия образования горячего очага в такой геометрической конфигурации существенно отличаются от одномерной задачи: время зажигания заметно уменьшается по сравнению с одномерным случаем, а сам горячий очаг формируется на определенной глубине.

Никитаев Ю. А. и др. оптимизировали метод фотосенсибилизации высокодисперсных керамических материалов в соединении с органическими красителями для получения фотодинамического эффекта. Синтезированный авторами гетерогенный фотосенсибилизатор (на основе двуокиси титана и безметалльного фталоцианина) позволяет при дневном освещении осуществлять эффективную очистку водной среды от органического загрязнения.

Халтуринский Н. А. и Крупкин В. Г. провели исследование по идентификации функций основных компонентов вспучивающихся покрытий, а также изучили механизмы их взаимодействия при высокотемпературном пиролизе и образовании вспененного слоя, необходимого для надежной теплоизоляции защищаемой поверхности.

Бараньшин Е. А. и др. экспериментально определяли преддетонационное расстояние и время ПГД в смесях n-гептана с кислородом для создания экспериментальной модели ИДД на жидком топливе. Показано, что в зависимости от начального давления и состава смеси расстояние и время ПГД может составить 25–150 см и 1–6 мс соответственно.

Деюн Е. В. и др. провели теоретический анализ особенностей стационарных режимов противоточного реактора вытеснения

с двухфазной системой реагентов газ–жидкость, используя одно- и двухтемпературную модели. Исследовано влияния скорости движения фаз и межфазного теплообмена на стационарные режимы с простой экзотермической реакцией в сплошной фазе (жидкость).

Часть 3 посвящена вопросам горения и детонации конденсированных систем.

Денисюк А. П. и Тве Е Зо экспериментально исследовали влияние добавок нитрата аммония (НА) на скорость горения порохов различного состава, отличающихся по теплоте (в 2,7 раза) и по скорости горения (в 4,3 раза). На основании полученных результатов составлен тепловой баланс к-фазы, из которого следует, что основное количество тепла, необходимого для распространения горения образцов, выделяется в к-фазе.

В другой работе *Денисюк А. П. и Тве Е Зо* предприняли попытку выяснить взаимосвязь между температурой поверхности горения пороха и температурой кипения пластификатора. Для этого авторы экспериментально изучали параметры волны горения двух образцов пороха — на основе нитроглицерина (НГЦ) и на основе нитрогликоля, близкого по энергетическим характеристикам к НГЦ, но обладающего существенно большей летучестью.

Соколовский Ф. С. и Чуйко С. В. рассмотрели возможные пути управления скоростью горения смесового твердого топлива, изменяя дисперсность окислителя и свойства горючесвязующего и используя заменители перхлората аммония (ПХА) разных типов.

Ермолаев Б. С. и др. предприняли попытку создать модель горения частицы пироксилинового пороха с глобальной кинетикой химических реакций в конденсированной и газовой фазе, горящей при постоянном и изменяющемся давлении.

Маршаков В. Н. и др. продолжили исследования переходных процессов горения порохового заряда в ракетном двигателе на твердом топливе (РДТТ) при быстром изменении критического сечения сопла. Проанализирована роль «локального» характерного времени спада давления в процессе погасания заряда.

Михайлов А. В. предложил теоретическую модель возникновения угловых перемещений (осесимметричных поворотов) скрепленного заряда в РДТТ с точки зрения изменений напряженно-деформированного состояния. Модель позволяет определить условия

отслоения заряда от корпуса и оценить риски возникновения аномальных явлений в работе РДТТ.

Куликов В. Н. и др. представили результаты экспериментальных исследований по определению критических условий перехода горения во взрыв (ПГВ) в гексогене при его воспламенении в трубе с одним открытым концом в зависимости от диаметра трубы (или заряда), полноты заполнения, плотности заряда и размера частиц ВВ.

Грызлова О. С. и др. представили результаты исследования термолита тринитропиразолов (ТНП) методом совмещенного термического анализа. Определены температура начала интенсивного разложения, энергия активации, предэкспоненциальный множитель и построена модель разложения. На основе экспериментальных данных проведено термокинетическое моделирование термолита. Показано, что наиболее вероятным механизмом термолита ТНП является внутримолекулярная перегруппировка с образованием аци-нитроформы.

Пятаков Н. Ф. и др. представили обзор своих работ по синтезу, свойствам и закономерностям горения ацетатов, нитратов и хлоридов метилолнитраминол.

Синдицкий В. П. и др. экспериментально исследовали термическое разложение и закономерности горения нитрогуанил-1,2,4,5-тетразина и его триаминогуанидиниевой соли с целью установления механизма их горения. Показано, что механизм горения обоих веществ основан на реакциях в к-фазе, а скорость их горения определяется кинетикой распада при температуре поверхности. Низкое содержание кислорода в полиазотистых энергетических материалах на основе нитрогуанилтетразина приводит к образованию в продуктах горения высокоэнтальпийных продуктов, в результате чего наблюдается неполное выделение энергии при горении.

Чуканов Н. В. и др. методом ИК-спектроскопии изучили кинетику полиморфных превращений различных модификаций октогена, предварительно подвергнутых механической активации. Проведено кинетическое моделирование полиморфного перехода в рамках схемы последовательных реакций и определены кинетические параметры процесса.

Дзябченко А. В., решая задачу прогнозирования строения и физических свойств полиморфных фаз твердых органических ве-

ществ, рассмотрел класс полиазотистых гетероциклических соединений состава $C_nH_mN_k$, молекулы которых характеризуются наличием плоской ароматической N-гетероциклической системы, отсутствием конформационных степеней свободы, а также функциональных групп, способных образовывать водородные связи. Результаты сравнения расчетов с экспериментом позволили объективно оценить порядок точности, на которую можно рассчитывать в рамках используемой модели при конструировании гипотетических полиморфных фаз, необходимых для понимания структурных механизмов фазовых превращений.

Конькова Т. С. и др. измерили энергии сгорания и рассчитали энтальпии образования трех изомеров (пиридил)азофуразана: орто, мета и пара. Показано, что энтальпия образования метаизомера отличается от энтальпий образования орто- и параизомеров. Это объясняется тем, что межмолекулярные донорно-акцепторные связи в пиридилазофуразанах для метаизомера оптимальны для образования сэндвичевых связей.

Мирошниченко Е. А. и др. методом калориметрии сжигания определили стандартные энтальпии образования и прямым калориметрическим методом на микрокалориметре Кальве — энтальпии парообразования 14 гетероазолов.

Губин С. А. и др. предложили уравнение состояния для Al и Al_2O_3 в твердой фазе, а также для металлокерамической смеси $Al-Al_2O_3$, справедливое в широком диапазоне давлений и температур. Расчеты теплофизических, термодинамических и механических свойств Al, Al_2O_3 и смеси $Al-Al_2O_3$, выполненные на основе предложенных уравнений состояния, удовлетворительно согласуются с имеющимися экспериментальными данными.

Стрелецкий А. Н. и др. разработали два новых механохимических метода приготовления нанокремния nSi и исследовали влияние дефектной структуры nSi, приготовленных разными способами (механохимическими, плазменным, термическим разложением силана), на его реакционную способность.

Долгобородов А. Ю. и др. продолжили исследования ПГВ в механоактивированных энергетических композитах (МАЭК) на основе nSi с ПХА, а также получили первые результаты по изучению механохимической активации смесей на основе Al и перхлората калия (ПХК).

Махов М. Н. и Долгобородов А. Ю. методом детонационной калориметрии измерили тепловые эффекты, сопровождающие распространение реакции в МАЭК на основе смеси nSi/ПХА: 29/71. Оказалось, что средняя величина удельного теплового эффекта для такой композиции превышает теплоту взрыва большинства бризантных ВВ и сопоставима с теплотой взрыва мощных алюминизированных составов.

Махов М. Н. представил результаты экспериментальных исследований теплоты взрыва (ТВ) смесей октогена с нанокремнием в сравнении с аналогичными композициями, содержащими бор и алюминий. Эксперимент показал, что добавление нанокремния приводит к заметному повышению ТВ октогена. Однако состав с кремнием уступает по ТВ композициям с алюминием и бором.

Бражников М. А. и др., используя электронно-оптическую регистрацию излучения продуктов детонации (ПД) на контактной границе зарядов с оптическими окнами из LiF и глицерина (многооконную методику для определения температуры ПД) и регистрацию излучения в жидкостях-индикаторах, находящихся в контакте с детонирующим зарядом (индикаторный метод для определения профиля давления ПД), определили характеристики детонационного фронта в БТФ — бензотрифураксане (гексанитрозобензоле) $C_6N_6O_6$ — мощном безводородном ВВ.

Клименко В. Ю. разработал численную модель для расчета параметров детонации алюминизированных ВВ. Модель имеет точность выше, чем модель Бейкера, которая в США является основной для разработки боеприпасов нового поколения.

Афанасьев Г. Т. и др. предложили новый и удобный экспресс-метод выявления сильной сенсibilизации и сильного химического взаимодействия компонентов твердых экзотермических систем внутри узла трения, который позволяет простыми средствами в широком диапазоне давлений получать важную информацию, полностью исключив операцию приготовления чрезвычайно опасных смесей.

Денисаев А. А. и др. продолжили работу по механическому инициированию слоевых композиций алюминий–тефлон и исследовали влияние скорости удара груза на параметры инициирования. Полученные результаты подтвердили сделанный ранее вывод о механохимической природе инициирования многослойных композиций

алюминий–тефлон при ударе на копре: мощность механоактивации определяет скорость развития реакции.

Дубовик А. В. и др. методом критических энергий определили показатели чувствительности к удару смесей ПХА с тефлоном при различных соотношениях между компонентами. Путем экстраполяции полученных зависимостей к пределу содержания чистого тефлона получены значения верхних уровней силовых воздействий, безопасных для механического обращения с тефлоном.

Сулминов А. А. и др. представили результаты измерений параметров взрывных волн, образующихся в цилиндрическом канале при расширении продуктов неидеальной детонации трехкомпонентных композиций из мелкодисперсных порошков тефлона, алюминия и гексогена. Измеренные параметры отнесены к аналогичным параметрам взрывных волн, получаемых при детонации заряда тротила одинаковой массы (100 г). Относительные величины использованы для оценки эффективности взрывных волн по отношению к тротилу.

Яшин В. Б. и др. провели сравнительные эксперименты по фугасному действию разных взрывчатых составов (ВС), состоящих из ТНТ и высокоплотных пресованных металлофторопластовых композитов (МФК), с целью оценки потенциального вклада таких МФК в общее энерговыделение при взрыве, а также для оценки их непосредственного влияния на характеристики фугасного действия в ближней зоне взрыва.

Бармин А. В. и др. представили результаты экспериментальных исследований по изучению бризантно-дробящих свойств новых алюминизированных ВС. Сравнительная оценка дробящего действия новых ВС, отвечающих современным требованиям по технологичности и эксплуатационной безопасности, выполнена с использованием стандартных осколочных цилиндров (СОЦ) закрытого типа № 12, изготовленных как методом точения, так и штамповкой из стали С-60.

Во второй работе *Бармина А. В. и др.*, являющейся продолжением первой, анализируются результаты статистической обработки осколочных спектров СОЦ закрытого типа № 12 и рассматривается возможность представления данных спектров с помощью новой гиперэкспоненциальной модели распределения.

Часть 4 включает некоторые материалы пленарной дискуссии на тему «Актуальные задачи, процессы и объекты исследований по горению и взрыву». В дискуссии приняли участие ведущие специалисты ИХФ РАН: Фролов С. М., Арутюнов В. С., Шмелев В. М., Рахметов А. Н., Василик Н. Я., Крупкин В. Г., Борисов А. А., Скачков Г. И., Трошин К. Я., Власов П. А., Фролов Ю. В., Чуйко С. В., Сулимов А. А., Ермолаев Б. С. и др.

В **Части 5** мы публикуем дискуссионные статьи Цыганова С. А. и Арутюнова В. Г. и Стрековой Л. Н.

Я признателен всем сотрудникам Отдела горения и взрыва ИХФ РАН и коллегам из других организаций за активное участие в научной конференции и ответственное отношение к подготовке материалов, публикуемых в сборнике. Неоценимое значение для качества сборника имели отзывы рецензентов и работа моих коллег по редакционной комиссии: А. А. Борисова, Б. С. Ермолаева, А. Г. Истратова, А. А. Сулимова и В. А. Теселкина. С особой благодарностью отмечаю поддержку и полезные советы со стороны академика А. А. Берлина и академика А. Г. Мержанова. Как и в прошлые годы, всю работу по подготовке и изданию сборника выполнил в срок и с высоким качеством замечательный коллектив издательства ТОРУС ПРЕСС, и я с удовольствием отмечаю их высокий профессионализм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 11-08-01700 э.г).

Литература

1. Горение и взрыв. Вып. 1 / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2008. 112 с. ISBN 5-978-94588-056-6.
2. Горение и взрыв. Вып. 2 / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2009. 192 с. ISBN 978-5-94588-062-7.
3. Горение и взрыв. Вып. 3 / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010. 344 с. ISBN 978-5-94588-072-6.
4. Горение и взрыв. Вып. 4 / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010. 448 с. ISBN 978-5-94588-097-9.

Москва

С. М. Фролов