

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). Как и ранее [1–3], в конференции приняли участие не только сотрудники ИХФ РАН, но и специалисты из других российских научных центров, научно-производственных организаций и высших учебных заведений, а также из научных институтов Национальной академии наук Беларуси.

Все материалы, публикуемые в четвертом 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 на тему «Методы управления процессами горения и взрыва» (Часть 4). В дополнение к научным сообщениям в четвертом выпуске сборника открывается новая рубрика «Научная публицистика», где будут публиковаться материалы о месте и роли науки в жизни общества, существующих проблемах и возможных путях их решения (Часть 5). Материалы, публикуемые в рубрике, будут размещаться в Интернете на сайте www.combex.ru для получения отзывов заинтересованных читателей. Ваши отзывы после обобщения будут опубликованы в последующих выпусках сборника и на Интернет-сайте.

Часть 1 посвящена вопросам горения и детонации газов.

Басевич В. Я. и др. построили новый неэмпирический детальный механизм окисления и горения алкановых углеводородов — октана, нонана и декана. Важнейшая особенность механизма — проявление стадийности в виде холодных и голубых пламен при низкотемпературном самовоспламенении. Получено удовлетворительное качественное согласие между опытными и расчетными данными.

Борисов А. А. и др. провели экспериментальные исследования самовоспламенения углеводородных топлив в статической установке перепускного типа с использованием скоростной видеосъемки

и показали, что самовоспламенение носит очаговый характер. В опытах не обнаружено какой-либо закономерности в местах появления очагов. Видимая скорость развития очагов самовоспламенения оказалась выше примерно в 6–7 раз, чем видимая скорость распространения фронта пламени, возникающего при искровом зажигании в условиях, близких к самовоспламенению.

В другой работе *Борисова А. А. и др.* исследовалась возможность получения синтез-газа в некаталитических режимах самовоспламенения попутного нефтяного газа в кислороде. Показано, что при самовоспламенении попутных нефтяных газов возникает область отрицательного температурного коэффициента (ОТК) с сильной зависимостью скорости реакции от давления. Появление области ОТК связано с наличием в попутном нефтяном газе углеводородов алканового ряда, начиная с пропана.

Медведев С. П. и др. предложили методический прием для интерпретации экспериментальных данных по задержкам воспламенения в условиях изменяющегося давления и температуры за отраженной ударной волной (УВ).

В работе *Игнатенко Д. Г. и др.* представлены результаты экспериментальных исследований возможности самовоспламенения газообразного водорода при взаимодействии струи водорода высокого давления с преградами различной конфигурации. Эксперименты проводились с соплами диаметром от 6 до 15 мм при давлениях вытеснения от 120 до 135 атм. Самовоспламенение водорода происходило только при использовании сопла максимального диаметра, причем результаты опытов не всегда воспроизводились. В работе делается вывод о вероятностном характере самовоспламенения.

Шаповалова О. В. и др. предложили технологию конверсии пропан-бутановой фракции природного газа (сжиженный нефтяной газ) в синтез-газ, используя объемные радиационные горелки с проницаемой матрицей. Экспериментально показано, что пределы горения пропан-бутановой смеси в таких горелках значительно уже, чем у метана, и находятся в области меньших значений коэффициента избытка окислителя. Сделан вывод о возможности применения предложенной технологии для производства синтез-газа и водорода на удаленных месторождениях с последующим использованием в малотоннажных стационарных источниках энергоснабжения.

Аверьков И. С. и др. провели эксперименты по преобразованию авиационного керосина в синтез-газ методом двухэтапного селективного окисления. На первом этапе проходило частичное (парциальное) окисление керосина атмосферным воздухом, а на втором — углекислотная и паровая конверсия полученных легких углеводородов в продуктах окисления первого этапа. Показано, что удельная производительность химического реактора на основе микропористой мембраны с нанокаталитической поверхностью достаточна для реализации предложенной технологии на борту самолета.

Яновский Л. С. и др. приводят результаты исследований, демонстрирующие возможность автотермического риформинга авиационного керосина с минимальным расходом воды для применения на борту летательного аппарата. В ходе экспериментов получен синтез-газ, пригодный для питания твердооксидных топливных элементов.

Работа **Агафонова Г. Л. и др.** посвящена выяснению механизма образования зародышей частиц сажи при пиролизе ароматических углеводородов. Проведены эксперименты с рядом углеводородов, которые могут играть роль первичных звеньев в образовании зародышей сажи благодаря ароматическим кольцам, служащим заправкой для образования крупных полиароматических фрагментов. В экспериментах обнаружен выраженный максимум на температурной зависимости выхода сажи как для алифатических, так и для ароматических углеводородов.

Гольцев В. Ф. и Гомзякова И. И. оценили влияние состава углеводородного топлива на образование вредных веществ — оксидов азота и оксида углерода — при горении топлив в схемах с предварительной гомогенизацией топливно-воздушной смеси. В результате расчетов и анализа структуры фронта пламени показано, что оксиды азота и оксид углерода могут образовываться в предпламенных реакциях, в пламени и в продуктах горения в зависимости от коэффициента избытка воздуха в горючей смеси.

Азатян В. В. и др. показали, что в силу разветвленно-цепного механизма реакций газофазного горения малые присадки определенного типа веществ могут подавлять горение, т. е. ингибировать процесс. При этом совместное действие разного типа присадок на горение имеет неаддитивный характер даже в отсутствие взаимодействия примесей между собой. Неаддитивность в ингибировании

может быть связана с тем, что одна из присадок оказывается промотором горения. Это расширяет возможности химического управления горением и взрывом газов.

Работа *Шмелева В. М. и др.* посвящена исследованию возможности расширения пределов устойчивого горения метановоздушных смесей в полости с запертым инфракрасным излучением, т. е. при организации радиационной обратной связи за счет сильного радиационно-конвективного теплообмена. Экспериментально доказано существенное расширение пределов горения предварительно перемешанных смесей природного газа с воздухом вплоть до коэффициента избытка окислителя 0,4 (нижний предел) и 2,15 (верхний предел). Для бедных смесей доказана возможность устойчивого горения с рекордно низкой концентрацией оксидов NOx и CO в продуктах сгорания (до 2 ppm), а для богатых смесей — возможность эффективной конверсии природного газа в синтез-газ.

Крупкин В. Г. предложил методику оценки пожаро- и взрывобезопасности технологических процессов газофазного химического синтеза, в которых могут образовываться смеси паров исходных и промежуточных продуктов, способных к суммарно-экзотермическим реакциям со значительным повышением температуры, а также к самовозгоранию и взрыву. В качестве примера рассмотрена лабораторная пилотная установка для парофазного нитрования бензола азотной кислотой.

Кузнецов Н. М. и др. предложили аналитические аппроксимации термических и калорических уравнений состояния для основных компонентов газообразных продуктов горения углеводородных горючих и порохов в расширенном диапазоне давлений (до 10 кбар) и плотностей (вплоть до плотности жидкости).

Шмелев В. М. предложил простую модель течения газа в вихревой камере, на основе которой рассчитал распределение тангенциальной скорости потока и определил коэффициент эффективной турбулентной вязкости.

В работе *Брякиной У. Ф. и др.* определены границы применимости модели химически равновесной смеси продуктов взрыва для трех типичных одномерных задач, связанных с детонацией топливно-кислородных и топливно-воздушных смесей: (i) задачи о распространении плоской детонационной волны по однородной смеси; (ii) задачи о распространении сферической детонационной волны;

(iii) задачи о детонации сферического объема горючей смеси в воздухе. Сравнение численных расчетов с использованием разных приближений показало, что для всех рассмотренных задач модель химически равновесной смеси продуктов детонации лучше согласуется с неравновесно-кинетическим расчетом, чем модель смеси постоянного состава.

Фролов С. М. и др. показали экспериментально, что установка в трубе осесимметричного сопла специальной формы позволяет обеспечить переход УВ в детонацию в стехиометрической смеси природного газа с воздухом при нормальных условиях при скорости УВ на входе в сопло выше 1150 ± 30 м/с, что приблизительно соответствует числу Маха 3,3. Полученный результат важен для разработки горелочных устройств нового поколения, работающих на импульсно-детонационном сжигании природного газа, а также для более глубокого понимания динамики аварийных газовых взрывов в горных выработках.

Дубровский А. В. и др. провели численное моделирование распространения УВ в метановоздушной смеси в трубе с профилированным центральным телом и определили оптимальную форму тела для обеспечения быстрого перехода относительно слабой УВ в детонацию.

Фролов С. М. и др. впервые экспериментально доказали возможность управляемого циклического перехода горения в детонацию (ПГД) в трубе диаметром 94 мм с открытым концом на длине около 2,5–3 м при раздельной непрерывной подаче природного газа и воздуха. На основе экспериментальных исследований авторами разработан, изготовлен и испытан экспериментальный образец импульсно-детонационного горелочного устройства — прообраз промышленных горелочных устройств нового поколения, совмещающих комбинированное воздействие на объекты, обдуваемые продуктами горения: ударно-волновое и тепловое.

Фролов С. М. и др. с помощью детальных кинетических расчетов и экспериментов показали, что эмиссионные показатели детонационных горелочных устройств по выходу оксидов азота значительно ниже, чем в существующих мощных горелках-аналогах. При некоторых условиях, применимых в основном к горелочным устройствам на вращающейся детонации, основным компонентом оксидов азота может оказаться N_2O .

Кривошеев П. Н. и Пенязьков О. Г., исследуя ПГД в стехиометрической пропанокислородной смеси, экспериментально доказали, что размещение области ПГД в непосредственной близости к внезапному расширению сечения трубы позволяет существенно снизить уровень критического начального давления, требуемого для ПГД в широкой трубе.

В работе **Иванова В. С. и Фролова С. М.** впервые рассчитаны тяговые характеристики перспективного воздушно-реактивного импульсного детонационного двигателя (ИДД), работающего на углеводородном горючем в режиме ПГД, в компоновке с входным устройством и соплом в условиях сверхзвукового полета с числом Маха 3.0 на высоте 9,3 и 14 км. Показано, что удельный импульс ИДД достигает 1700 с, что значительно выше, чем для прямооточного воздушно-реактивного двигателя, работающего на медленном горении (1200–1500 с).

Работа **Власенко В. В. и Ширяевой А. А.** посвящена анализу физических процессов в модельном однокамерном ИДД бесклапанной схемы и влиянию этих процессов на тяговые характеристики двигателя. Рассмотрена упрощенная модельная схема двигателя, которая не обеспечивает равномерной по времени полезной силы, но допускает возможность параметрических расчетов в осесимметричной постановке.

Часть 2 посвящена вопросам горения и детонации гетерогенных систем.

Авдеев К. А. и др. разработали физико-математическую модель прогрева двухслойной частицы алюминия. Модель позволяет определить условия, когда в оксидной оболочке достигается критическое напряжение, приводящее к ее растрескиванию и утрате защитных свойств. Установлено, что для мелких частиц алюминия (диаметром 6 мкм) увеличение толщины оксидного слоя приводит к уменьшению критической температуры, т. е. до момента, когда оксидная оболочка теряет защитные свойства, частицы с более толстыми оксидными оболочками прогреваются быстрее.

Шмелев В. М. и др. экспериментально исследовали горение порошка алюминия с водой, находящейся в разных состояниях — в жидкой и паровой фазах, а также в кристаллогидрате. Рассмотрены вопросы воспламенения, устойчивости горения и образования твердых продуктов сгорания.

В работе *Лецевича В. В. и др.* получена экспериментальная информация о критических условиях самовоспламенения микрочастиц железа в кислороде, а также измерена температура горения. Анализ экспериментальных результатов показал, что частицы железа могут гореть в паровой (газовой) фазе — особенность, которую можно использовать для синтеза наночастиц оксидов железа.

Фролов С. М. и др. сообщают о разработке и испытаниях низкочастотного демонстратора рабочего процесса в жидкостном импульсно-детонационном ракетном двигателе, формирующего будущий облик ракетного двигателя нового типа для системы стабилизации космических аппаратов. В результате испытаний найдены условия, при которых в демонстраторе происходил надежный ПГД как в режиме однократного импульса, так и в частотном режиме.

Ассовский И. Г. и др. рассмотрели отличительные особенности структурных характеристик аэрогелей и экспериментально продемонстрировали возможность газофазного синтеза аэрогелей при горении алюминия, цинка и других металлов в различных газовых средах.

Стрелецкий А. Н. и др. предложили двухстадийную схему приготовления механоактивированных систем Me/MoO_3 ($Me = Al, Mg, Si$ и др.). На первой стадии в результате механической активации в инертной среде приготавливают наноразмерный $n-MoO_3$, а на втором этапе проводят гомогенизацию и совместную механическую активацию смеси $Me + n-MoO_3$. Получены данные по сравнению скоростей горения образцов Al/MoO_3 , активированных в различных условиях, что позволило определить оптимальные дозы механической обработки в зависимости от типа частиц исходных компонентов.

Храповский В. Е. и др. представили результаты экспериментальных исследований конвективного горения в смесях аммиачной селитры с древесным углем. Изучалось влияние размера частиц аммиачной селитры, ее соотношения с древесным углем, мощности воспламенителя на давление и время задержки, при которых возникает конвективное горение, а также на скорость распространения конвективного горения, интенсивность подъема давления, время догорания диспергируемой взвеси и величину достигаемого максимального давления.

В работе *Халтуринского Н.А. и др.* исследуется механизм действия бромсодержащих антипиренов в смеси с трехокисью сурьмы на горючесть и физико-механические свойства композиций полиэтилена. До сих пор механизм действия такого типа антипиренов связывали с ингибированием газофазных реакций в зоне пламени. Однако полученные в работе данные показывают, что механизм действия антипиренов рассмотренного класса связан, главным образом, с процессами в конденсированной фазе — конденсацией и сшивкой.

В сообщении *Халтуринского Н.А. и Турова Е.В.* рассмотрены функции основных составляющих вспучивающихся покрытий: полиолов; неорганических кислот или веществ, выделяющих кислоту при нагревании; органических аминов и амидов; а также галогенсодержащих соединений. Рассмотрены физико-химические механизмы их взаимодействия при высокотемпературном пиролизе и механизмы образования вспененного слоя, необходимого для надежной теплоизоляции защищаемой поверхности.

Халтуринский Н.А. и др. предлагают новейшие разработки антипиренов для снижения горючести полимерных материалов и материалов на их основе. Результаты испытаний модифицированных полимеров, а также эпоксидных и полиэфирных смол показали, что введение в их состав антипирена FR 204 позволяет перевести эти материалы в класс трудногорючих по показателю кислородного индекса. Сочетание низкой цены и высокой эффективности нового антипирена позволяет снизить себестоимость производства модифицированных полимеров в полтора–два раза.

Халтуринский Н.А. и др. систематически изучили свойства термопластичных вулканизатов (ТПВ) при использовании модифицированной смеси декабромдифенил оксида с трехокисью сурьмы в качестве антипирена. Цель работы состояла в исследовании влияния процесса совмещения антипирена и полимерной матрицы на горючесть и физико-механические свойства ТПВ. Показано, что при обсуждении механизма действия смесей галогенсодержащих ингибиторов с трехокисью сурьмы необходимо рассматривать не только классические схемы ингибирования, но и обращать внимание на процессы деструкции в конденсированной фазе на горячей поверхности.

Мелик-Гайказов Г. В. предложил способ расчета физико-химических превращений в нефтяной скважине при введении в нее жидкой горюче-окислительной смеси для создания импульсного повышения давления (для восстановления притока нефти, нарушенного после длительной эксплуатации скважины). В отличие от известного способа, когда массовые, гидравлические и теплофизические параметры задаются изначально, в предложенном способе они являются функциями процесса, претерпевая существенное изменение во времени.

Комиссаров П. В. и др. предложили способ повышения эффективности подводного взрыва путем введения в воду, окружающую активный заряд (смесь перхлората аммония (ПХА), нитрометана и алюминия с большим избытком металла), пузырьков газа. Увеличение проницаемости среды для струй продуктов детонации приводит к увеличению скорости их разлета, смешения с водой и реагирования, увеличивая импульс волны и одновременно снижая амплитуду отрицательной фазы, губительной для ихтиофауны.

Куликов В. Н. и др. исследовали влияние содержания взрывчатых веществ (ВВ) (октогена различной дисперсности), металлического горючего (алюминиевого порошка с размером частиц 4–6 мкм), штатного окислителя и типа (активного или инертного) связующего на взрывчатые и осколочные характеристики модельных взрывчатых составов (ВС) на основе твердых ракетных топлив (ТРТ). Показано, что в зависимости от содержания основных компонентов такие ВС по своим взрывчатым и энергетическим характеристикам превосходят штатные ВВ (ТНТ, А-IX-2) и находятся на уровне окфол, а ряд образцов превосходит окфол. Осколочные характеристики выше у ВС с более мелкими частицами ВВ.

Часть 3 посвящена вопросам горения и детонации конденсированных систем.

Чуйко С. В. и Соколовский Ф. С. показали, что применение в составе смесевых топливных систем компонентов, капсулированных термостойкими пленками полимеров, расширяет арсенал средств управления комплексом свойств топлив, в частности позволяет регулировать его баллистический закон, например получить «площадку» на кривой $U(P)$ или получить кривую $U(P)$ с затуханием горения при повышенных давлениях.

Денисюк А. П. и Тве Е Зо измерили методом тонких термопар (вольфрам-рениевые термопары толщиной $\approx 5 \mu\text{м}$) температурный профиль в волне горения двух низкокалорийных порохов, содержащих в большом количестве термостойкие пластификаторы, в широком диапазоне давлений — от 10 до 150 атм. На основании измерений и анализа литературных данных для других порохов установлено, что кинетика разложения к-фазы не зависит от состава пороха, тогда как единой зависимости скорости горения от температуры поверхности не наблюдается. Рассмотрены возможные причины этого факта.

Зенин А. А. и Финяков С. В. рассчитали мгновенную скорость горения гексогена при гармонических пульсациях давления, определили среднюю скорость горения и получили ее зависимость от частоты вынуждающей силы (давления). Расчеты проведены для средних давлений от 20 до 100 атм при пульсациях давления с частотой от 0,32 до 15,6 кГц. Показано, что средние скорости горения в 1,2–1,5 раза выше стационарной скорости горения, а мгновенные скорости горения пульсируют со значительно более низкими частотами, чем частота пульсаций давления.

Муравьев Н. В. и др. подробно исследовали влияние добавок частиц диоксида титана — их дисперсности, кристаллической модификации и весового содержания — на процессы горения и термического разложения октогена. Обнаружено каталитическое влияние диоксида титана на разложение и горение октогена и определено его оптимальное весовое содержание в смеси.

Пивкина А. Н. и др. в поиске эффективных энергоемких композиций систематически исследовали совместное разложение бинарных составов ПХА/октоген в широком диапазоне концентраций компонентов. Показано, что температура начала экзотермического разложения смесового состава постоянна во всем диапазоне изменения концентраций компонентов, однако существуют условия, при которых разложение бинарной смеси происходит в одну стадию с высоким энерговыделением или в несколько стадий.

Синдицкий В. П. и др. провели исследование закономерностей и механизма горения смесей окислителя ПХА с горючими связующими на основе полиуретанового каучука с нитроэфирными пластификаторами. В опытах использовали ПХА трех фракций (со

средним размером частиц 4–8, 22–30 и ≈ 250 мкм), октоген двух фракций (36 и 300 мкм) и алюминий марки АСД-6.

Михайлов А. В. предложил схему замыкания системы уравнений теплопроводности и химической кинетики при постановке и решении краевой газодинамической задачи на подвижной границе — задачи теплового воспламенения порохов и ТРТ.

В работе *Маршакова В. Н. и Истратова А. Г.* продолжено исследование переходных процессов горения в модельном ракетном двигателе при внезапном изменении критического сечения сопла и найдены условия погасания заряда.

Ермолаев Б. С. и др. изучают возможность повышения дульной скорости с помощью присоединенного заряда. Приведен критический анализ публикаций и результаты собственных расчетных и экспериментальных исследований. Рассмотрены присоединенные заряды разных конфигураций. Показано, что для достижения эффекта порох присоединенного заряда должен гореть с очень высокой и прогрессивно возрастающей скоростью при экстремальных нагрузках, причем горение должно начаться вблизи максимума диаграммы давления (при 300–500 МПа) и продолжаться при спаде давления во время движения метаемого тела.

Чуйко С. В. и др. изучают вопрос о сопоставимости баллистических характеристик «сырой» массы твердого топлива и его отвержденного аналога и приходят к выводу, что в ряде реальных ситуаций для решения практических задач вполне допустимо использовать характеристики горения «сырой» топливной массы с учетом известных отличий от соответствующих характеристик для отвержденного топлива. При этом существенно возрастает эффективность отработки рецептур как по временным, так и по материальным затратам.

Корсунский Б. Л. и др. провели исследование структуры, а также оптических и термических свойств ϵ -октогена — новой кристаллической модификации октогена. Новую модификацию получали как побочный продукт фазового перехода $\beta \rightarrow \delta$ в присутствии циклогексана в узком диапазоне экспериментальных параметров в области термодинамической стабильности δ -модификации.

Дзябченко А. В. предложил новый расчетный метод для предсказания кристаллической структуры органических высокоэнергетических материалов. Метод основан на вычислении энергии

кристаллической структуры как функции констант решетки и наборов параметров жесткого тела (включающих координаты центров масс и тройки углов Эйлера) системы молекулярных фрагментов, образующих молекулу нежесткой формы. На примере циклотриметилентринитрамина — важного представителя энергетических материалов, показано, что метод предсказания кристаллических структур можно успешно использовать в качестве инструмента для описания структурных фазовых превращений в органических кристаллах.

Иноземцев Я. О. и др. разработали эталонный калориметр, одобренный Государственной комиссией и принятый Научно-техническим советом Ростехрегулирования в состав Государственного первичного эталона единицы энергии сгорания. Конструкция калориметра основана на принципе калориметра с изотермической оболочкой.

Мирошниченко Е. А. и др. измерили энтальпии сгорания и парообразования 13 вторичных нитраминол: линейных, циклических и каркасных структур, в том числе гексанитрогексаазаизовюрцитана (CL-20). Термохимический анализ экспериментальных данных по энергиям сгорания в стандартном состоянии показал, что в полинитраминах могут возникать значительные по величине избыточные энергии, обусловленные неаддитивностью межмолекулярных взаимодействий в конденсированной фазе.

Конькова Т. С. и др. предложили комплексный метод определения стандартной энтальпии образования комплексных солей переходных металлов — кобальта (II), никеля (II), цинка и кадмия — с органическим лигандами — 5-аминотетразолил-1-ацетгидразидом, 5-аминотетразолил-2-ацетгидразидом, и гидразид-1-тетразолилом уксусной кислоты. Методом калориметрии сжигания определены энтальпии сгорания лигандов и рассчитаны их стандартные энтальпии образования. Энергия сгорания измерена на герметичном калориметре, разработанным в ИХФ РАН.

В работе **Мирошниченко Е. А. и др.** экспериментально определены термохимические характеристики вещества CL-20 и промежуточных продуктов, получаемых в процессе синтеза. Кроме того, рассчитаны тепловые эффекты реакций по стадиям, энтальпии образования гексаазаизовюрцитана и его нитро- и нитрозопроизводных и разработаны рекомендации по выбору перспективных

фрагментов химических структур для синтеза компонентов ракетных топлив, порохов и ВВ нового поколения.

Работа *Левшенкова А. И. и др.* посвящена получению и исследованию горения координационных соединений производных 1,2,4,5-тетразина с перхлоратами и нитратами переходных металлов. В качестве лигандов использовались 3,6-дипиридин-2-ил-1,2,4,5-тетразин и высокоэнергетический 3,6-дигидразин-1,2,4,5-тетразин.

В работе *Пятакова Н. Ф. и др.* расчетным и опытным путем определены основные макромолекулярные характеристики нитраминов, включая теплоты взрывчатого превращения и скорости детонации. Обнаружена корреляция между скоростью горения и взрывчатыми свойствами. На основе выполненных исследований и анализа литературных данных о свойствах и параметрах горения нитраминов сформирована база данных для реализации компьютерных программ по установлению закономерностей «структура-свойства».

Работа *Магова М. Н.* посвящена изучению влияния экспериментальных условий на теплоту взрыва (ТВ) ВВ и их смесей с алюминием. Показано, что ТВ ВВ и энергоемких композиций (в частности, алюминизированных составов) необходимо измерять в условиях, исключающих изменение состава продуктов взрыва в результате их вторичного нагрева. Наиболее благоприятные условия создаются при одновременном использовании массивной оболочки заряда и среды инертного газа (под давлением).

В работе *Дубовика А. В.* решается задача о схлопывании сферической полости в вязкопластичном ВВ. Показано, что вязкопластический механизм ударно-волнового инициирования пористых ВВ эффективен лишь в сравнительно узком диапазоне относительных плотностей зарядов, тогда как фрикционный механизм инициирования взрыва эффективен в широком интервале относительных плотностей зарядов.

Теселкин В. А. продолжил исследования процессов инициирования смесей ВВ на основе октогена, ТНТ и БТНЭН — бис(2,2,2-тринитроэтил)нитрамина с энергоемкими добавками (алюминий марки АСД-4, наноразмерный алюминий и карборановые наночастицы). Основное внимание уделено установлению влияния дисперсности и физико-химической природы компонентов на параметры

инициирования взрыва смесей при механических воздействиях. Опыты проводились с использованием комплекса методов, включающего методы критических напряжений и разрушающейся оболочки.

В работе *Денисаева А. А. и др.* проведены исследования чувствительности к удару образцов, состоявших из слоев пленки фторпласта-4 (тефлона), чередующихся с алюминиевой фольгой. Сделан вывод о механохимической природе взаимодействия тефлона с алюминием при ударе. Для проверки обоснованности этого вывода было исследовано влияние начальной температуры многослойных образцов алюминий–тефлон на условия их инициирования при ударе.

Долгобородов А. Ю. и др. провели комплекс экспериментальных работ по исследованию конденсированных энергетических материалов на основе кремния и твердых окислителей, направленный на создание новых перспективных энергетических материалов с высокими скоростями самоподдерживающихся химических реакций в условиях горения и детонации. Предложена методика получения механоактивированных энергетических композитов на основе смеси кремния с твердыми окислителями: перхлоратом калия, ПХА и нитратом калия.

Комиссаров П. В. и др. провели экспериментальные исследования, направленные на повышение эффективности подводного взрыва благодаря использованию смесевых композиций на основе твердого окислителя (например, ПХА), жидкого горючего (например, нитрометана) и алюминия. Доказана возможность возбуждения и распространения самоподдерживающихся низкоскоростных режимов детонации в таких композициях, причем при взрыве под водой избыточный металл может реагировать с окружающей водой, повышая общую энергетику заряда.

Пепекин В. И. применил нетрадиционный подход для оценки детонационной способности ВВ различных классов. За меру детонационной способности ВВ принят энергетический потенциал. Показано, что ранжирование ВВ по энергии молекул согласуется с экспериментальными данными по чувствительности твердых и жидких ВВ при механическом воздействии, а также с данными по давлению инициирования детонации в методе инертной преграды.

Часть 4 включает некоторые материалы пленарной дискуссии на тему «Методы управления процессами горения и взрыва». Цель дискуссии — обсудить весь арсенал известных и новых методов и средств управления горением, детонацией и взрывом с научной аргументацией их применимости для решения различных практических задач. В дискуссии приняли активное участие сотрудники отдела и коллеги из других организаций.

С просьбой поделиться своими размышлениями о науке и обществе я обратился к Председателю Научного совета по горению и взрыву Российской академии наук академику А. Г. Мержанову. Он любезно согласился и представил нам свое эссе «С мыслями об Академии...», которое мы с удовольствием публикуем в **Части 5**. С нетерпением будем ждать Ваших отзывов на эту, безусловно, интересную, острую и поучительную публикацию.

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, А. Г. Истратова, А. А. Сулимова и В. А. Теселкина. С особой благодарностью отмечаю поддержку и полезные советы 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.

Книга издана при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 10-08-01702-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.

Москва

С. М. Фролов