

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ
ИМ. М. А. ЛАВРЕНТЬЕВА

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**ЛАВРЕНТЬЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ
ПО МАТЕМАТИКЕ,
МЕХАНИКЕ И ФИЗИКЕ**

посвященная 120-летию академика М. А. Лаврентьева

7 – 11 сентября 2020 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Новосибирск
2020

Программный комитет:

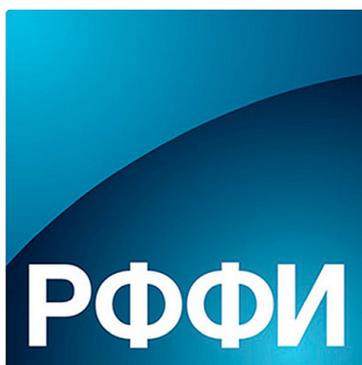
Академик В. М. Титов, председатель
Академик Б. Д. Аннин, заместитель председателя
Чл.-корр. РАН П. И. Плотников, заместитель председателя
Чл.-корр. РАН В. В. Пухначев, заместитель председателя
К.ф.-м.н. А. О. Кашкаров, ученый секретарь

Д.ф.-м.н. Г. В. Алексеев (Владивосток)
Академик С. В. Алексеенко (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. В. К. Андреев (Красноярск)
Д.ф.-м.н. С. Н. Антонцев (Новосибирск, Лиссабон)
Чл.-корр. РАН А. И. Аптекарев (Москва)
Чл.-корр. РАН А. В. Бойко (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. А. А. Васильев (Новосибирск)
Чл.-корр. РАН А. М. Гайфуллин (Москва)
Академик С. К. Годунов (Новосибирск)
Академик И. Г. Горячева (Москва)
Чл.-корр. РАН С. К. Гулев (Москва)
Академик Г. И. Долгих (Владивосток)
Д.ф.-м.н. Е. В. Ерманюк (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. А. П. Ершов (Новосибирск)
Чл.-корр. РАН М. А. Ильгамов (Уфа)
Чл.-корр. РАН Г. И. Канель (Москва)
Д.ф.-м.н. В. К. Кедринский (Новосибирск)
Академик Д. М. Климов (Москва)
Д.ф.-м.н. С. Н. Коробейников (Новосибирск)
Чл.-корр. РАН С. К. Коновалов (Севастополь)
Академик А. Г. Куликовский (Москва)
Академик В. А. Левин (Москва)
Чл.-корр. РАН И. И. Липатов (Жуковский)
Д.ф.-м.н. В. Ю. Ляпидевский (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. Н. И. Макаренко (Новосибирск)
Академик Д. М. Маркович (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. И. В. Марчук (Новосибирск)
Академик В. П. Матвеев (Пермь)
Д.т.н. А. Л. Михайлов (Саров)
Академик Н. Ф. Морозов (Санкт-Петербург)
Академик В. Н. Пармон (Новосибирск)
Д.т.н. Д. В. Петров (Снежинск)
Чл.-корр. РАН И. Б. Петров (Долгопрудный)
Чл.-корр. РАН Ю. В. Петров (Санкт-Петербург)
К.ф.-м.н. Э. Р. Прууэл (Новосибирск)
Академик Ю. Г. Решетняк (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. В. М. Садовский (Красноярск)
Чл.-корр. РАН С. В. Сысолятин (Бийск)
Академик Д. В. Трещев (Москва)
Академик М. П. Федорук (Новосибирск)
Академик В. М. Фомин (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. А. М. Хлуднев (Новосибирск)
Академик Ф. Л. Черноусько (Москва)
Д.ф.-м.н. А. П. Чупахин (Новосибирск)
Чл.-корр. РАН А. А. Шананин (Долгопрудный)

Д.т.н. Г. А. Швецов (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. В. В. Шелухин (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. Е. Н. Шер (Новосибирск)
Д.ф.-м.н. С. Е. Якуш (Москва)

IX Международная конференция
посвященная 120-летию со дня рождения академика Михаила Алексеевича Лаврентьева

Мероприятие проведено(проводится) при финансовой поддержке РФФИ, проект 20-01-22014.
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
Математического центра в Академгородке номер договора № 075-15-2019-1675 с Минобрнауки
Акционерного общества «Технопарк Новосибирского Академгородка»
Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирское отделение Российской
академии наук»
Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике



МАТЕМАТИЧЕСКИЙ 
ЦЕНТР В АКАДЕМГОРОДКЕ

N * Новосибирский
государственный
университет
*НАСТОЯЩАЯ НАУКА

ЕРШОВ А. П., КАШКАРОВ А. О., ПРУУЭЛ Э. Р., РУБЦОВ И. А., САТОНКИНА Н. П. <i>Детонация ультрадисперсных взрывчатых веществ</i>	140
БАЛАГАНСКИЙ И. А., БАТРАЕВ И. С., УЛЬЯНИЦКИЙ В. Ю., ПЛАСТИНИН А. В., ШТЕРЦЕР А. А. <i>Анализ полей течений материалов при взрывном обжатии двухслойных металл/керамика трубок</i>	141
ПОПОВ Ю. В., БЕЛОВ Г. В., МАРКОВ В. А., ПУСЕВ В. И., СЕЛИВАНОВ В. В., ФРО- ЛОВ В. В. <i>Нагрузки, действующие на жёсткую стенку, при ударе высокопо- ристого цилиндра</i>	142
МАРТЮШОВ С. Н. <i>Численное моделирование течений водородо-воздушных газовых смесей</i>	143
ЗУДОВ В. Н., ШМАГУНОВ О. А. <i>Нестационарное воспламенение водородной струи в нагретом спутном воздушном потоке</i>	144
КРАЙНОВ А. Ю., ПОРЯЗОВ В. А., КРАЙНОВ Д. А. <i>Моделирование нестационарного горения металлизированного твердого топлива при гармоническом изменении давления</i>	145
МАЗЕПА Е. Е., КУСАИНОВ П. И., ЛУКАШОВ О. Ю., КРАЙНОВ А. Ю. <i>Числен- ное моделирование взаимодействия ударных волн аварийного взрыва метана в шахте с водяными заслонами</i>	146
МАЗЕПА Е. Е., КУСАИНОВ П. И., ЛУКАШОВ О. Ю., КРАЙНОВ А. Ю. <i>Метод чис- ленного решения задачи о распространении ударных волн в разветвленной се- ти выработок угольной шахты</i>	147
МОИСЕЕВА К. М., КРАЙНОВ А. Ю. <i>Искровое зажигание смеси порошков алюминия и бор</i>	148
ПАЛЫМСКИЙ И. Б., ПАЛЫМСКИЙ В. И., ФОМИН П. А. <i>Об управлении интенсифи- кцией конвективных процессов в химически реагирующем равновесном газе добавлением химически инертных микрочастиц</i>	149
ГАЛИЕВ Ф. Ф., КАЛЬМАНОВ А. В., КОШАТОВА Е. В., КРЮЧКОВ Д. В., ПУШ- КОВ В. А., СКОКОВ В. И., ЮРЛОВ А. В. <i>Результаты исследования динами- ческого сжатия бериллия методом составного стержня Гопкинсона</i>	150
ПАЛЫМСКИЙ И. Б., ПАЛЫМСКИЙ В. И. <i>О моделировании тепловой конвекции на основе уравнений газовой динамики</i>	151
ТУПИКИН А. В., ТРЕТЬЯКОВ П. К. <i>Интенсификация рабочего процесса в высоко- скоростной прямоточной камере сгорания на жидком углеводородном топливе</i>	152
ОРЛОВ С. А., МАТВЕЕВ К. А., РАСТОРГУЕВ Г. И. <i>Построение имитационных мо- делей для анализа космических аппаратов на ударные воздействия высокой интенсивности</i>	153
МИКУЛЯНЕЦ Е. И., ПЛАСТИНИН А. В., ЮНОШЕВ А. С. <i>Скорость детонации алю- минизированных эмульсионных взрывчатых веществ</i>	154
СЫЧЕВ А. И. <i>Детонация в пузырьковых средах: эффект начального давления</i>	155
ЗЛОБИН Б. С., ШТЕРЦЕР А. А., КИСЕЛЕВ В. В. <i>Факторы, влияющие на процесс волнообразования при сварке взрывом</i>	156
ВОРОНИН М. С., ПЛАСТИНИН А. В., ХАЛЕМЕНЧУК В. П., ЮНОШЕВ А. С. <i>Иници- ирование ЭМВВ ударом пластинки</i>	157
МЕЩЕРЯКОВ Ю. П., ЗЛОБИН Б. С., ЕРМИЛОВ Н. П., ШТЕРЦЕР А. А. <i>Усовершен- ствование конструкций и численные расчеты взрывных камер</i>	158
SHNERTSER A. A., ULIANITSKYV V. YU., BATRAEV I. S., RYBIN D. K., LUKYANOV YA. L. <i>Metal-carbon composites made by detonation spraying</i>	159
ЧУМАКОВ Ю. А. <i>Режимы распространение волн горения в реакционной смеси реа- гентов при высокотемпературном синтезе композиционных материалов</i>	160

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ГОРЕНИЯ МЕТАЛЛИЗИРОВАННОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ПРИ ГАРМОНИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ

А. Ю. Крайнов, В. А. Порязов, Д. А. Крайнов

Томский государственный университет, Томск

Одной из задач теории горения является определение нестационарной скорости горения твердых ракетных топлив при изменении давления в камере сгорания. Феноменологическая теория нестационарного горения [1] позволяет предсказать зависимость скорости горения от скорости изменения давления при относительно небольших скоростях изменения давления. Однако частота изменения давления в камере сгорания может изменяться от 100 до 1000 1/с, и выше. Целью работы является проведение расчетно-теоретического анализа нестационарного горения металлизированного смесового твердого топлива (МСТТ) при гармоническом изменении давления над поверхностью топлива. Задача решена с использованием сопряженной модели горения твердого топлива [2, 3].

Физико-математическая модель построена при следующих предположениях: металлизированное смесовое твердое топливо состоит из смеси перхлората аммония (ПХА), бутилкаучука (БК) и порошка алюминия. При его горении под поверхностью топлива имеется прогретый слой, в котором происходит экзотермическая химическая реакция разложения ПХА. После достижения определенной глубины превращения ПХА появляются газообразные полупродукты его разложения, которые оттекают от поверхности твердого топлива. С поверхности твердого топлива происходит испарение горючей связки (БК). Частицы алюминия выходят на поверхность топлива в расплавленном состоянии, частично агломерируют друг с другом. Получившиеся капли расплавленного алюминия подхватываются потоком газов, и выносятся в газовую фазу. Над поверхностью топлива происходит диффузионно-конвективное перемешивание паров связки и полупродуктов разложения ПХА и химическое реагирование. Экзотермическая химическая реакция в газовой фазе повышает температуру газа. От горячего газа прогреваются агломераты алюминия, и начинают реагировать с окислителем газовой фазы. Проведены расчеты нестационарной скорости горения МСТТ при гармоническом изменении давления над поверхностью твердого топлива. Получены зависимости амплитуды колебаний скорости горения от частоты колебаний давления. Амплитуда скорости горения зависит от частоты немонотонно. С увеличением частоты амплитуда сначала растет, а затем уменьшается.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки в рамках ГЗ № 0721-2020-0036.

Список литературы

1. Новожилов Б. В. *Нестационарное горение твердых ракетных топлив*. М.: Наука. 1973.
2. Krainov A. Yu., Poryazov V. A., Krainov D. A. *Unsteady Combustion Modeling of Metallized Composite Solid Propellant*. IREMOS. 2019. V. 11. № 5. P. 297–305.
3. Krainov A. Yu., Poryazov V. A., Krainov D. A. *Numerical simulation of the unsteady combustion of solid rocket propellants at a harmonic pressure change*. JMST. 2020. V. 34. № 1. P. 489–497.

Выход в свет 02.09.2020
Усл. печ. л. 32.2

Формат 60×84 1/8.
Уч.-изд. л. 29.8. Тираж 200 экз.

Офсетная печать.
Заказ № 277.

Лицензия ПД N 12-0143 от 22.10.2001
Отпечатано на полиграфическом участке
Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН,
630090, Новосибирск, проспект акад. Лаврентьева, 15.