

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ СТРУКТУРНОЙ МАКРОКИНЕТИКИ И ПРОБЛЕМ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ЧЕРНОГОЛОВКА)
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ТАМБОВ)
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ» (МОСКВА)



**XIV ВСЕРОССИЙСКАЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
ШКОЛА – СЕМИНАР ПО СТРУКТУРНОЙ МАКРОКИНЕТИКЕ
ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.Г. МЕРЖАНОВА**

Программа и тезисы докладов

23-25 ноября 2016 г.

Черноголовка – 2016



КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

| Ф.И.О. участника | Номер страницы | Ф.И.О. участника | Номер страницы |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ахметова Б.А. | 53 | Константинов А.С. | 121 |
| Афонин А.В. | 96 | Коньрова К.Б. | 87 |
| Амосов А.П. | 24 | Куц А.В. | 88 |
| Акопджанян Т.Г. | 95 | Кочетков Р.А. | 92 |
| Баронин Г.С. | 13 | Карпов С.В. | 128 |
| Богатов М.В. | 40 | Лемешева М.В. | 66 |
| Болоцкая А.В. | 50 | Михеев М.В. | 119 |
| Вельковская И.И. | 32 | Муканов С.К. | 90 |
| Баринов В.Ю. | 99, 115 | Малахов А.Ю. | 158 |
| Богданова Е.С. | 125 | Ноняк Д.В. | 43 |
| Бодян А.Г. | 105 | Петров Е.В. | 63 |
| Виниченко Ю.П. | 137 | Пашин Ю.Ю. | 149 |
| Гордеев М.С. | 161 | Ручкина В.С. | 79 |
| Гальшев С.Н. | 118 | Савельев А.С. | 106 |
| Дедов А.В. | 13 | Саранцев В.В. | 155 |
| Дурум А.А. | 35 | Созина В.Е. | 160 |
| Желтякова И.С. | 62 | Суров В.А. | 140 |
| Зарипов Н.Г. | 27 | Суворов Д.С. | 84 |
| Ильин Н.А. | 129 | Санин В.В. | 112 |
| Икорников Д.М. | 122 | Салганская Я.Е. | 143 |
| Кузьмин В.С. | 156 | Сайков И.В. | 153 |
| Карпов М.И. | 31 | Тарасов А.Г. | 47 |
| Киричек А.В. | 28 | Тагиров М.И. | 81 |
| Ковтун А.В. | 131 | Тершенко А.Н. | 109 |
| Камунур К. | 73 | Тужилкин Д.В. | 151 |
| Курцова А.С. | 134 | Фрейман В.М. | 37 |
| Капустин Р.Д. | 146 | Хардин М.В. | 21 |
| Кудурбекова S.N. | 56 | Христосова В.Ю. | 76 |
| Куправа А.Т. | 89 | Черепанов И.А. | 59 |
| Колесина Н.В. | 124 | Чижиков А.П. | 138 |
| Ковалев И.Д. | 102 | Чаплыгин К.К. | 68 |
| Кислов В.М. | 107 | Zh. Yelemessova | 70 |

Initiation of pyrotechnic composition was carried out by thermal heating in a furnace with nichrome heating element. Reaction begins at high temperature in an inert atmosphere (gas - argon). To provide an inert environment quartz reactor of 60 mm diameter and 1000 mm in length was made.

References:

1. Ronald Guidotti, F.W. Reinhardt, E.V. Thomas. Characterization of MgO powders for use in thermal batteries. Sandia Report. New Mexico, 1996. – 53.
2. LI Wei, Liu Zhan-chen, Wang Shu-jun. Experimental Analysis of a Pyrotechnic Compositions Battery. International Workshop on Information and Electronics Engineering (IWIEE), Elsevier. 2012.
3. Holubowitch N.E., Stephen E. Manek, James Landon, K. Liu. Zn-Sn Electrochemical Cells with Molten Salt Eutectic Electrolytes and Their Potential for Energy Storage Applications. - Power and Energy, ECS - The Electrochemical Society, 2014.

ВЛИЯНИЕ Cr_2O_3 НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ТВЕРДЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ AN/MGAL

Камунур^{1,2} К. молодой ученый, Жандосов^{1,2} Ж.М., Абдулкаримова^{1,2} Р.Г., Кеййи Хори³, Мансуров^{1,2} З.А.

¹ *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, kamunur.k@mail.ru*

² *Институт проблем горения, г. Алматы, Казахстан*

³ *Японское агентство аэрокосмических исследований, Сагамихара, Япония*

В работе были исследованы характеристики горения ракетных топлив на основе каталитического горения AN/MgAl с добавлением Cr_2O_3 . Добавление Cr_2O_3 улучшает воспламенение при низких давлениях. Помимо этого, добавление Cr_2O_3 увеличило скорость горения, использование механического сплава MgAl в качестве окислителя позволило ракетным топливам воспламеняться при низких температурах. Образцы сжигали в камере горения при давлении азота 1 МПа, 3 МПа и 5 МПа с помощью видеокамеры определяли скорость горения.

Композитное ракетное топливо – это твердое ракетное топливо с гетерогенной фазой, состоящей из синтетических и пластических связующих матриц, металлических топлив и топлив сплавов металлов, кристаллических компонентов. Композитные твердые ракетные топлива помещаются в камере горения ракетного двигателя. Они являются движущим топливом в космической аппаратуре, тактических, стратегических и других двигателей в технической сфере. В ракетных топливах на основе AN/MgAl в качестве окислителя применяется AN, в качестве топлива механический сплав (50/50) MgAl, в

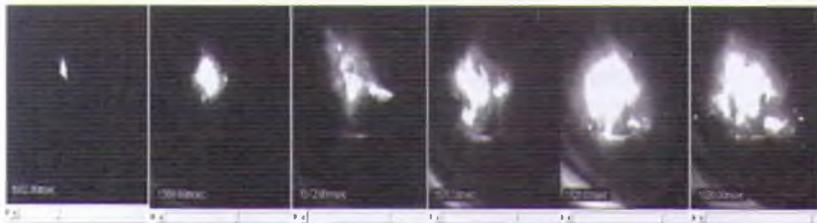
качестве связующего парафин, в качестве катализатора применяются оксиды металлов и другие [1].

В ходе работы были определены скорости горения ракетных топлив на основе AN/MgAl/Cr₂O₃ в камере горения, при значениях давления, равных: 1МПа, 3МПа и 5МПа. Образцы в различных массовых соотношениях компонентов были приготовлены с помощью прессования в пресс-форме под давлением 20МПа. Диаметр образцов которой равен 6 мм, высота 10 мм. Воспламенение готовых образцов проводили в камере горения с помощью подачи электрического тока через спираль, видеозапись горения образцов была осуществлена с помощью высокоскоростной камеры.

На рисунке 1 приведен процесс горения ракетных топлив AN-70%/MgAl-30% в камере горения под давлением 3 МПа и 5 МПа



(AN/MgAl, 3 МПа, время горения – 824 мсек, h = 8,58 мм)



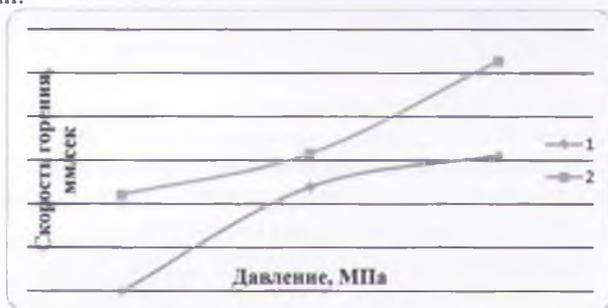
(AN/MgAl, 5 МПа, время горения – 664 мсек, h = 9,86 мм)

Рис.1. Кинограмма горения ракетных топлив на основе AN/MgAl в камере горения под давлением 3 МПа и 5 МПа.

Из кинограммы видно (рисунок 2), что скорость горения ракетных топлив на основе AN/MgAl линейно возрастает при повышении давления в камере. При этом ракетное топливо на основе AN/MgAl не воспламеняется при давлении в 1МПа, потому что такие свойства нитрата аммония как: медленное воспламенение, низкая энергетичность, высокая гигроскопичность влияют на воспламенение ракетных топлив на основе AN/MgAl. Для устранения недостатков в состав ракетных топлив добавляли оксиды хрома) и изучали механизм горения ракетных топлив на основе нитрата аммония с добавлением оксида хрома.

Из результатов проведенных экспериментов можно видеть, что скорость горения была высокой и образцы сгорали полностью. Помимо этого, добавление в систему Cr_2O_3 повысило скорость горения сделало возможным горение при низких значениях давления. Реакции горения образцов являются высокоэкзотермичными реакциями с выделением тепла, света с образованием в большом количестве газосодержащих веществ.

На рисунке 2, Показаны скорости горения образцов на основе AN/MgAl и AN/MgAl/ Cr_2O_3 при различном давлении атмосферы азота. Добавление Cr_2O_3 заметно повлияло на скорости горения и способность воспламенения систем при низком давлении.



1 – AN-70%/MgAl-30%; 2 – AN-70%/MgAl-30%/ Cr_2O_3 -5%

Рис.2. Зависимость скорости горения от давления азота.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что исследованная система, способная к устойчивому горению и экзотермичной реакции с выделением энергии в большом количестве. Также, стоит отметить, что горение образцов чистое, природное и отличается безхлорными продуктами[2]. Применение металлических сплавов в качестве топлива по сравнению с чистыми металлами имеет ряд преимуществ: высокоэнергичность, низкая температура воспламенения и низкая плотность, что делает перспективным применение ракетных топлив на основе нитрата аммония. Однако, данное исследование проводилось при низких значениях давления, следует продолжить исследования при высоких значениях давления и при различном соотношении металлического сплава и нитрата аммония.

Заключение

По результатам проведенного исследования было показано, что в камере горения под давлением азота, равном 1МПа, 3МПа и 5МПа добавление в ракетное топливо на основе AN/MgAl оксида хрома Cr_2O_3 позволило ракетному топливу на основе AN/MgAl воспламениться при низком давлении а а также привело к линейному возрастанию скорости горения при увеличении давления азота до 10,5мм/сек. Установлено, что возросла скорость горения. Добавление

Cr_2O_3 в состав ракетного топлива на основе AN/MgAl оказывает каталитическое действие на процесс горения.

Список литературы:

1. M. Kohga and K. Okamoto, —Thermal decomposition behaviours and burning characteristics of ammonium nitrate/polytetrahydrofuran/glycerin composite propellant, *Combustion and Flame*, vol. 158, no. 3, pp. 578–582, 2011.
2. S.R. Chakravarthy, J.M. Freeman, E.W. Price, R.K. Sigman, “Combustion of Propellants with Ammonium Dinitramide”, *Propellants Explos. Pyrotech.*, 2004, 29(4), 220-230.
3. G.B. Manelis and D.B. Lempert, “Ammonium nitrate as an oxidizer in solid composite propellants”, *Progress in Propulsion Physics* 1 (2009), p.p. 81-96.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗОВОГО ПОТОКА НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ ПОКРЫТИЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Христосова В.Ю. студентка

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С. П. Королёва», Самара, hristosova@mail.ru*

Работоспособность и ресурс газотурбинных двигателей (ГТД) определяется состоянием лопаток турбины, так как они находятся в наиболее тяжелых условиях эксплуатации.

Основной причиной разрушения деталей горячего тракта двигателя является высокотемпературное окисление. Высокотемпературное воздействие кислорода на поверхности деталей может приводить к разрушению материала вследствие образования и отслаивания окисных пленок, к внутреннему окислению, возникающему в результате диффузии кислорода по границам зерен, а также к образованию твердых растворов и соединений кислорода с компонентами сплавов.

Около 75% деталей авиационных двигателей имеют металлические и керамические покрытия для защиты от коррозии, износа и высокотемпературного окисления.

Исследование структуры теплозащитного покрытия до и после эксплуатации лопаток ГТД позволяет оценить воздействие высокотемпературного газового потока на состояние деталей. Поэтому проблема защиты никелевых сплавов, из которых в основном изготавливаются детали горячего тракта ГТД, от высокотемпературной коррозии является наиболее актуальной.