

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

---

**VII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ЛАЗЕРНЫЕ, ПЛАЗМЕННЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ»  
ЛАПЛАЗ-2021**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**Часть 1**

Москва

УДК:001.89[621.373.8+533.9+539.2+621.384](06)

ББК 72

М 43

VII Международная конференция «Лазерные, плазменные исследования и технологии» ЛаПлаз-2021: Сборник научных трудов. Ч.1. М.: НИЯУ МИФИ, 2021. – 460 с.

Сборник научных трудов содержит доклады, включенные в программу VII Международной конференции «Лазерные, плазменные исследования и технологии – ЛаПлаз-2021», которая пройдет с 23 по 26 марта 2021 года в дистанционном формате. Организатором конференции выступает Институт лазерных и плазменных технологий НИЯУ МИФИ. Тематика конференции охватывает широкий круг вопросов: лазерная физика и лазерные технологии; физика плазмы и плазменные технологии; сверхсильные лазерные поля; управляемый термоядерный синтез; современные проблемы теоретической физики; современные проблемы физики твердого тела, функциональных материалов и наносистем; ускорители заряженных частиц и радиационные технологии; современные проблемы квантовой метрологии, физика высокой плотности и энергии, электрофизическое и ядерное приборостроение.

Статьи получены до 10 марта 2021 года. Материалы издаются в авторской редакции.

Ответственный редактор: Крупышева П.О.

ISBN 978-5-7262-2767-2

©Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ», 2021

Подписано в печать. Формат

*Национальный исследовательский ядерный университет  
«МИФИ» Типография НИЯУ МИФИ 115409, Москва, Каширское ш.,31*

И.А. ВШИВЦЕВ, А.А. МИРОНОВ, Е.С. СОЗИНОВ, А.М. ФЕДОТОВ\_РАСПАД НЕСТАБИЛЬНОЙ ЧАСТИЦЫ В МОДЕЛИ ЛИ..... 396

**Секция ФИЗИКА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ ..... 398**

В.А. ШАРГАТОВ\_ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ «ЛИГУС» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИНЕЙНОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЙ..... 399

Ж.А. АМИР, Ж.Б. КУДЬЯРОВА, Д.А. БАЙСЕЙТОВ, М.И. ТУЛЕПОВ\_ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩЕГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ПЕРХЛОРАТА АММОНИЯ ..... 401

ZH.A. AMIR, ZH.B. KUDYAROVA, D.A. BAISEITOV, Э.К. АНДЕРЖАНОВ, С.П. МЕДВЕДЕВ, А.М. ТЕРЕЗА, С.В. ХОМИК ИНИЦИИРОВАНИЕ ДЕТОНАЦИИ В КАНАЛЕ С МНОГОСТУПЕНЧАТЫМ ФОКУСИРУЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ.... 403

П.А. ВЛАСОВ, В.Н. СМИРНОВ, Н.С. МАЛЫШЕВ, Д.И. МИХАЙЛОВ, Г.Л. АГАФОНОВ, В.А. ПОЛЯНСКИЙ, И.Л. ПАНКРАТЬЕВА\_ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ОКИС-ЛЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В УДАРНЫХ ВОЛНАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЗОНДАМИ С ПРОВОДЯЩЕЙ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ..... 405

Вас.С. ИВАНОВ, В.С. ИВАНОВ, С.М. ФРОЛОВ\_РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ БЕССЕРЬЕЗНЫМ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ СГЛАЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ЗАДАЧАХ С ЗАДАНЫМ ТЕПЛОВЫМ ПОТОКОМ ..... 408

И.О. ШАМШИН, М.В. КАЗАЧЕНКО, С.М. ФРОЛОВ\_ПЕРЕХОД ГОРЕНИЯ В ДЕТОНАЦИЮ В СМЕСЯХ МЕТАН – ВОДОРОД – ВОЗДУХ ..... 410

Р.И. КАНЬГИН, И.И. КАНЬГИН, Е.Е. МЕШКОВ, И.А. НОВИКОВА, Л.Л. ОГОРОДНИКОВ\_ИССЛЕДОВАНИЕ

Ж.А. АМИР, Ж.Б. КУДЬЯРОВА, Д.А. БАЙСЕЙТОВ, М.И. ТУЛЕПОВ

*Казахский Национальный Университет им.ал-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩЕГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ПЕРХЛОРАТА АММОНИЯ**

Исследованы термодинамические характеристики процессов горения газогенерирующей композиции на основе перхлората аммония. Был найден оптимальный состав смеси, в качестве горючего использовали отработанный полиэтилен.

Разработанный газогенераторный состав на основе перхлората аммония может быть использован для работы в открытых карьерах при добычи блочного камня в щадящем режиме или разрушении твердых минеральных пород. Эта композиция безопасна с экологической точки зрения, в продуктах практически отсутствуют токсичные газы, таких как монооксид углерода и окислы азота.

ZH.A. AMIR, ZB.B. KUDYAROVA, D.A. BAISEITOV,  
M.I. TULEPOV

*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

## **RESEARCH OF THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF GAS-GENERATING COMPOSITION BASED ON AMMONIUM PERCHLORATE**

The thermodynamic characteristics of combustion processes of a gas-generating composition based on ammonium perchlorate have been investigated. The optimal composition of the mixture was found, in which waste polyethylene was taken as fuel.

The developed gas generator composition based on ammonium perchlorate can be used for open pit mining for splitting block stone in a gentle mode or breaking hard mineral rocks. This composition is safe from an environmental point of view, there are no toxic gases such as carbon monoxide and nitrogen oxides in the products.

При разработке газогенерирующих составов и изделий на их основе широко применяются нитраты и перхлораты. Они имеют невысокую стоимость, благоприятные эксплуатационные и технологические характеристики. В основном интерес к разработке составов на основе нитратов и перхлоратов обусловлен возможностью утилизации бытовых отходов, а именно, использовании в качестве горючего полиэтилена (ПЭ) или полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Поэтому поиск новых, доступных компонентов газогенерирующих составов, имеющих широкую сырьевую базу, является

актуальным исследованием [1].

В последнее время широко используются газогенераторные составы на основе перхлоратов с углеводородами (СхНу) [2].

Термодинамические расчеты проводились с помощью программного комплекса TDS [3]. Для проведения термодинамического моделирования горения была решена *HP*-задача при заданных значениях давления и эн- тальпии методом экстремума характеристических функций. В качестве исследуемого состава была выбрана смесь перхлорат аммония (ПХА) и ПЭ в различных соотношениях горючего и окислителя. В исследуемой смеси ПХА+ПЭ содержание горючего варьировалось от 5% до 15%. Расчет проводился при атмосферном давлении. Определение температуры и объема продуктов горения газогенерирующих составов имеет большое значение, так как является критерием для оценки существующих и облег- част создание новых, более совершенных составов.

При стехиометрическом соотношении (90% ПХА и 10% ПЭ) достигается максимальная температура горения около 2700 °С и значительный выход продуктов горения, основными компонентами которых являются Н<sub>2</sub>О, N<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>, СО<sub>2</sub>.

Для изучения влияния окислителя перхлората аммония на энерговыде- ление композитных энергетических материалов, термическое разложение ПХА и ПХА+ПЭ было изучено методами термогравиметрии и дифферен- циальной сканирующей калориметрии. В данной работе для проведения синхронного термического анализа образцов ПХА и смеси ПХА+ПЭ ис- пользовался дериватограф Netzsch STA 409 РС, эксперимент проводился в инертной среде со скоростью нагрева 10 К/мин.

Проведенные термодинамические расчеты параметров горения газогенераторных составов показали, что наибольшая работоспособность и удельная газопроизводительность наблюдаются в области стехиометриче- ского соотношения исходных компонентов.

#### *Список литературы*

1. Tulepov M.I., Gabdrashova S.E., Rakhova N.M. and others // Development of gas-generator chemical cartridges working in the mode of non-explosive destructive mixture // *Rasayan Journal of Chemistry*. 2018. № 1. P. 287-293.
2. Амир Ж.А., Турсынбек С. // Изучение горения газогенераторных составов с добавками углеродных порошков // Сб. V Международная конференция «Лазерные, плазменные исследование и технологии» ЛаПлаз-2019. 2019. С. 251-252.
3. Викторов С.Б., Губин С.А., Маклашова И.В., Пепекин В.И. Прогнозирование детонационных характеристик безводородных взрывчатых веществ. // *Химическая физика*. 2005. 24 (12). С. 22-45.